

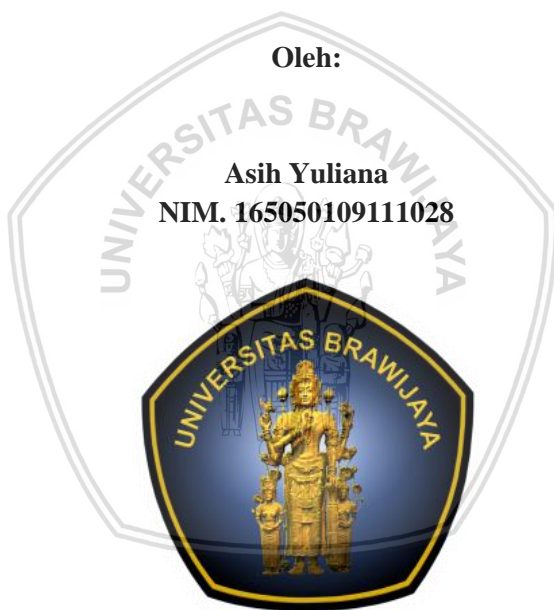
**PENGARUH LAMA FERMENTASI AMPAS PUTAK
(*Corypha gebanga*) MENGGUNAKAN *Aspergillus oryzae*
TERHADAP KUALITAS FISIK DAN KUALITAS
KIMIA**

SKRIPSI

Oleh:

Asih Yuliana

NIM. 165050109111028



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH LAMA FERMENTASI AMPAS PUTAK
(*Corypha gebanga*) MENGGUNAKAN *Aspergillus oryzae*
TERHADAP KUALITAS FISIK DAN KUALITAS
KIMIA**

SKRIPSI

Oleh:

Asih Yuliana

NIM. 165050109111028

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH LAMA FERMENTASI AMPAS
PUTAK (*Corypha gebanga*) MENGGUNAKAN
Aspergillus oryzae TERHADAP KUALITAS FISIK
DAN KUALITAS KIMIA**

SKRIPSI

Oleh:

Asih Yuliana

NIM. 165050109111028

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 25 Juli 2018

Tanda tangan

Tanggal

Pembimbing Utama:

Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS.

NIP. 19530514 198002 2 001

Dosen Penguji:

Dr. Ir. Irfan H. Djunaidi, M. Sc.

NIP. 19650627 199002 1 001

Heni Setyo Prayogi, S.Pt, M. Asc

NIP. 19780226 200501 1 001



3-08-2018



1-08-2018

30-07-2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Peternakan

Universitas Brawijaya



Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Suyadi, MS.

NIP. 19620403 198701 1 001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pacitan pada tanggal 25 Juli 1995 sebagai putri kedua Bapak S. Indaryanto dan Ibu Tri Ismiyati. Pada tahun 2007 penulis lulus SD di Pacitan, tahun 2010 lulus SLTP di Pacitan dan tahun 2013 lulus SLTA di Pacitan. Penulis melanjutkan pendidikan di Program Diploma jurusan Kesehatan Hewan Universitas Gadjah Mada, lulus pada tahun 2016. Kesempatan untuk melanjutkan ke Program Sarjana diperoleh pada tahun 2016 di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

Penulis pernah melaksanakan magang dan praktik kerja lapangan. Magang dilaksanakan di Klinik Hewan Jogja, dan praktik kerja lapangan di Balai Besar Veteriner (BBVet) Wates, Balai Inseminasi Buatan (BIB) Ungaran, PT. Ciomas Adisatwa unit PIAT UGM, Eclipse Stud and Stable Boyolali, RPH (Rumah Pemotongan Hewan) Giwangan Jogjakarta, CV. Adhi Farm Karanganyar, dan UPTD BPBPTDK Sleman Jogjakarta.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Lama Fermentasi Ampas Putak (*Corypha gebanga*) Menggunakan *Aspergillus oryzae* Terhadap Kualitas Fisik dan Kualitas Kimia”. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis juga sangat berterima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS., selaku Pembimbing atas saran dan arahnya untuk melakukan penelitian.
2. Bapak Dr. Ir. Irfan H. Djunaidi, M.Sc, dan Bapak Heni Setyo Prayogi, S.Pt, M.Sc, selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam ujian sarjana.
3. Bapak Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS., selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah memberikan izin fasilitas dan pelayanan skripsi.
4. Dr. Ir. Sri Minarti, MP., selaku Ketua dan Dr. Ir. Imam Thohari, MP., selaku Sekretaris Jurusan Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah membantu memberikan kemudahan administrasi selama proses skripsi.
5. Bapak Dr. Agus Susilo, S.Pt, MP, selaku Ketua Program Studi Peternakan yang telah banyak membina dan membantu kelancaran proses studi.
6. Bapak Dr. Ir. Mashudi, M. Agr. Sc, selaku Koordinator Minat Nutrisi dan Makanan Ternak yang telah membina dan membantu kelancaran proses studi.

7. Safira Amalina Addini dan Oktiya Hariyani selaku teman satu penelitian yang telah banyak membantu.
8. Bapak Sugiyono dan Ibu Alik Trisnasari, S.Pt selaku Laboran Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah membantu jalannya proses penelitian.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga diharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan penulisan skripsi. Semoga skripsi ini dapat menambah wawasan pembaca.

Malang, 25 Juli 2018

Penulis



EFFECT OF FERMENTATION TIME OF PUTAK DREGS (*Corypha gebanga*) USING *Aspergillus oryzae* TO THE PHYSICAL AND CHEMICAL QUALITY

Asih Yuliana¹⁾ and Siti Chuzaemi²⁾

¹⁾ Student of Animal Science Faculty, Brawijaya University

²⁾ Lecturer of Animal Science Faculty, Brawijaya University

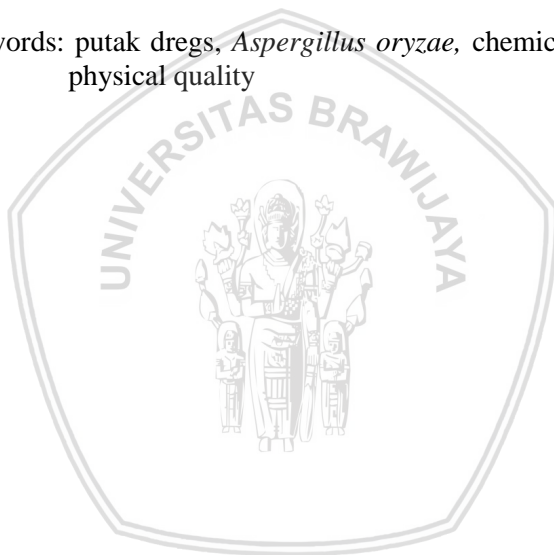
Email : Asihyuliana055@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of research was to determine the effect of differences incubation time on putak dregs using *Aspergillus oryzae* to pH value, colour, smell, texture, dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), and crude fiber (CF). The research was conducted from April 1st until May 5th 2018. The analysis of population density *Aspergillus oryzae* was conducted at Laboratory of Pests and Plant Diseases, Agriculture Faculty, Brawijaya University. Fermentation process and nutrition content analysis was conducted at Nutrition and Feed Laboratory, Animal Science Faculty, Brawijaya University. Material that used were putak dregs (*Corypha gebanga*), *Aspergillus oryzae*, and chemical material for analysis. Method of this research was experimental method by used Completely Randomized Design with 5 treatments and 5 replications. The treatment consisted of P0 (non-fermentation putak dregs), P1 (putak dregs + *Aspergillus oryzae* 0,9% fermentation 24 hours), P2 (putak dregs + *Aspergillus oryzae* 0,9% fermentation 48 hours), P3 (putak

dregs + *Aspergillus oryzae* 0,9% fermentation 72 hours), P4 (putak dregs + *Aspergillus oryzae* 0,9% fermentation 96 hours). Data analysis was used ANOVA (Analysis of Variance) and followed with Duncan's Multiple Range Test if there was significant effect. Based on the result, it can be concluded that the best treatment obtained to the incubation time of putak dregs in 96 hours with *Aspergillus oryzae* reviewed from the increasing quality of physical, CP, CF, and decreasing of pH value, DM, and OM.

Keywords: putak dregs, *Aspergillus oryzae*, chemical quality, physical quality



**PENGARUH LAMA FERMENTASI AMPAS PUTAK
(*Corypha gebanga*) MENGGUNAKAN *Aspergillus oryzae*
TERHADAP KUALITAS FISIK DAN KUALITAS
KIMIA**

Asih Yuliana¹⁾ dan Siti Chuzaemi²⁾

- 1) Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas
Brawijaya
2) Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
Email : Asihyuliana055@gmail.com

RINGKASAN

Ampas putak merupakan jenis limbah pakan yang berasal dari empulur batang pohon gawang yang telah diambil patinya di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur. Ampas putak memiliki potensi cukup besar karena ketersediaanya yang melimpah dan pemanfaatannya yang belum maksimal. Teknologi fermentasi adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi ampas putak. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa fermentasi pakan menggunakan *Aspergillus oryzae* dapat meningkatkan protein kasar dan serat kasar. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi yang berbeda pada ampas putak menggunakan *Aspergillus oryzae* terhadap nilai pH, warna, aroma, tekstur, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 April sampai dengan 5 Mei 2018. Pengujian kepadatan populasi *Aspergillus oryzae* dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Proses fermentasi dan analisis kandungan nutrisi dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas putak (*Corypha gebanga*), *Aspergillus oryzae* dan bahan kimia untuk analisis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 5 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari P0 (ampas putak tanpa inkubasi), P1 (ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% difermentasi 24 jam), P2 (ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% difermentasi 48 jam), P3 (ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% difermentasi 72 jam), P4 (ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% difermentasi 96 jam). Variabel penelitian ini adalah nilai pH, warna, aroma, tekstur, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar. Data dianalisis dengan metode *analysis of variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil analisis statistik terhadap rata-rata nilai pH memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Nilai pH tertinggi pada perlakuan P0 yaitu 7,00 kemudian mulai menurun pada perlakuan P1 yaitu 5,54 dan P2 yaitu 4,46. Mulai terjadi peningkatan pada perlakuan P3 yaitu 4,68 dan P4 yaitu 5,06. Hasil analisis statistik terhadap rata-rata nilai warna, aroma dan tekstur menunjukkan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Hasil nilai warna P0, P1, P2, P3, dan P4

berturut-turut yaitu (4,00; 2,68; 2,66; 1,74; dan 1,60). Hasil nilai aroma P0, P1, P2, P3, dan P4 berturut-turut yaitu (1,00; 2,98; 2,96; 2,54; dan 2,08). Hasil nilai tekstur P0, P1, P2, P3, dan P4 berturut-turut yaitu (1,00; 3,00; 3,38; 3,62; dan 3,64). Hasil analisis statistik terhadap rata-rata kandungan bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK) dan serat kasar (SK) memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Kandungan BK tertinggi pada P0 yaitu 87,29% disusul oleh P1 (46,18%), P2 (38,44%), P3 (33,06%) dan P4 (27,75%). Kandungan BO tertinggi pada perlakuan P0 yaitu 94,73% disusul oleh P1 (92,45%), P2 (89,91%), P3 (88,19%) dan P4 (86,72%). Kandungan PK tertinggi pada perlakuan P4 yaitu 27,04% disusul oleh P3 (24,08%), P2 (21,20%), P1 (16,05%) dan P0 (2,31%). Kandungan SK terendah pada P0 yaitu 7,38% disusul oleh P1 (8,59%), P2 (15,14%), P3 (19,22%) dan terjadi penurunan pada perlakuan P4 yaitu 17,28%.

Lama fermentasi 96 jam ampas putak dengan *Aspergillus oryzae* menunjukkan hasil yang terbaik ditinjau dari peningkatan kualitas fisik, PK, SK dan penurunan pH, BK, BO. Saran yang dapat diberikan adalah fermentasi ampas putak menggunakan *Aspergillus oryzae* selama 96 jam menjadi rekomendasi pakan ternak ruminansia karena ditinjau dari kandungan PK dan SK yang tinggi. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengukur pencernaan secara *in vitro*.

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT	v
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Kerangka Pikir	3
1.6 Hipotesis	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 9
2.1 Putak (<i>Corypha gebanga</i>)	9
2.2 Potensi Ampas Putak	12
2.3 Fermentasi	13
2.4 <i>Aspergillus oryzae</i>	16
2.5 Potensial Hidrogen (pH)	20
2.6 Warna	22
2.7 Aroma	23
2.8 Tekstur	25

2.9 Bahan Kering (BK)	26
2.10 Bahan Organik (BO)	27
2.11 Protein Kasar (PK)	28
2.12 Serat Kasar (SK)	30

BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN 33

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	33
3.2 Materi Penelitian	33
3.2.1 Bahan Pembuatan Fermentasi Ampas Putak	33
3.2.2 Bahan Analisis Kimia Kandungan Nutrisi	33
3.2.3 Peralatan	34
3.3 Metode Penelitian	35
3.3.1 Proses Pengolahan Ampas Putak	35
3.3.2 Prosedur Pembuatan Fermentasi Ampas Putak	36
3.4 Tahapan Penelitian	37
3.5 Variabel Penelitian	38
3.6 Analisis Data	41
3.7 Batasan Istilah	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 43

4.1 Kualitas Fisik Fermentasi Ampas Putak	43
4.2 Kualitas Kimia Fermentasi Ampas Putak	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 65

DAFTAR PUSTAKA 67

LAMPIRAN 77



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh Perlakuan Fermentasi Terhadap Nilai pH Fermentasi Ampas Putak	43
2. Pengaruh Perlakuan Fermentasi Terhadap Analisis Fisik Fermentasi Ampas Putak	44
3. Kandungan Nutrien Ampas Putak dan Fermentasi Ampas Putak	53





DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	6
2. Pohon gewang (<i>Corypha elata robx</i>)	10
3. Koloni <i>Aspergillus oryzae</i> (A) dan konidia <i>Aspergillus oryzae</i> berwarna kuning kehijauan (B)	17
4. Kurva pertumbuhan <i>Aspergillus oryzae</i> (A) dan pertumbuhan biomasa yang diukur dengan analisis protein biomasa (B)	19
5. Prosedur penelitian	37
6. Grafik nilai pH	45
7. Grafik nilai warna	47
8. Grafik nilai aroma	49
9. Grafik nilai tekstur	51
10. Grafik kandungan BK (%)	54
11. Grafik kandungan BO (%)	56
12. Grafik kandungan PK (%)	58
13. Grafik kandungan SK (%)	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Pengukuran pH (AOAC, 2005)	77
2. Prosedur Penentuan Kadar Bahan Kering (AOAC, 2005)	78
3. Prosedur Penentuan Kadar Bahan Organik (AOAC, 2005)	80
4. Prosedur Penentuan Kadar Protein Kasar (AOAC, 2005)	82
5. Prosedur Penentuan Kadar Serat Kasar (AOAC, 2005)	85
6. Analisis Statistik RAL Kualitas Fisik	88
7. Analisis Statistik RAL Kualitas Kimia	96
8. Hasil Analisis Kualitas Fisik Warna	105
9. Hasil Analisis Kualitas Fisik Aroma	106
10. Hasil Analisis Kualitas Fisik Tekstur	107
11. Tabel Penilaian dan Quisioner Kualitas Fisik	108
12. Dokumentasi	109



DAFTAR SINGKATAN

pH	: Potensial Hidrogen
BK	: Bahan Kering
BO	: Bahan Organik
PK	: Protein Kasar
SK	: Serat Kasar
BETN	: Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen
<i>Et. al</i>	: Et alli
Dkk	: Dan kawan-kawan
EDTA	: <i>Ethylene Diamine Tetra Asetic Acid Disodium Salt Dihydrate</i>
H ₂ SO ₄	: Asam Sulfat
HCl	: Asam Klorida
NaOH	: Natrium Hidroksida
ANOVA	: <i>Analysis Of Variance</i>
FK	: Faktor Koreksi
JKT	: Jumlah Kuadrat Total
JKP	: Jumlah Kuadrat Perlakuan
JK	: Jumlah Kuadrat



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pakan yang baik merupakan pakan yang mampu memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Pertumbuhan dan produktivitas ternak dipengaruhi oleh sumber nutrisi dari pakan yang diberikan, sehingga kebutuhan akan nutrisi ternak perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Permasalahan yang timbul selain kandungan nutrisi pakan, ketersediaan bahan pakan yang rendah dan harga pakan yang cukup tinggi bersaing dengan harga pangan manusia. Menurut Rohmawati, Djunaidi dan Widodo (2015), rendahnya ketersediaan sumber pakan dengan harga yang tinggi menjadi kendala dalam upaya pengembangan dan peningkatan usaha peternakan. Hal ini juga diketahui oleh Islamiyati, Jamila dan Hidayat (2010) bahwa tingginya harga pakan di Indonesia merupakan permasalahan umum dalam usaha peternakan. Biaya produksi terbesar adalah pakan yaitu sekitar 70%. Berfluktuasinya ketersediaan dan harga bahan pakan perlu dilakukan pakan alternatif yang pemanfaatannya tidak bersaing dengan manusia.

Pohon Gewang atau gebang (*Corypha gebanga*) merupakan nama dari sejenis palma tinggi yang tumbuh di daerah dataran rendah. Tumbuhan ini di Indonesia banyak ditemukan di Nusa Tenggara Timur (NTT) (Anonimous, 2017). Tumbuhan sagu memiliki sekitar 60 varietas yang tersebar di wilayah seluas 900.000 ha tanah (Fuah and Pattie, 2014). Empulur batang pohon Gewang di Pulau Timor, NTT merupakan asal dari putak yang digunakan sebagai pangan penduduk setempat. Ampas putak adalah hasil samping dari

putak yang memiliki potensi cukup besar karena ketersediaanya yang melimpah dan pemanfaatannya belum maksimal. Satu pohon gewang dengan tinggi 13 m dapat menghasilkan 396 kg berat kering atau 663 ± 124 kg putak segar. Hasil penelitian Soares (2018) terhadap kandungan ampas putak yaitu bahan kering (BK) 86,84%, abu 3,88%, protein kasar (PK) 2,3%, lemak kasar (LK) 0,46% dan serat kasar (SK) 5,26%. Perlu adanya proses pengolahan untuk meningkatkan kandungan nutrisi ampas putak agar pemanfaatannya sebagai pakan lebih optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi bahan pakan adalah melalui fermentasi.

Fermentasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dari bahan pakan ternak. Keberhasilan proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain lama fermentasi dan level inokulum. Semakin lama waktu fermentasi semakin banyak zat-zat yang dapat dirombak, sebaliknya semakin banyak level inokulum yang diberikan maka semakin cepat fermentasi berlangsung (Martaguri, Mirnawati dan Muis, 2011). Mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi ampas putak ini adalah *Aspergillus oryzae*. Hasil penelitian Mursyid dan Zuprizal (2015) pada fermentasi onggok menggunakan *Aspergillus oryzae* dengan lama fermentasi 0 jam, 72 jam dan 144 jam menunjukkan adanya peningkatan PK berturut-turut 2,11%; 6,13%; dan 6,41%.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian fermentasi ampas putak menggunakan *Aspergillus oryzae* dengan waktu fermentasi yang berbeda guna mengetahui waktu yang optimum untuk mendapatkan kandungan nutrisi

ampas putak baik yang ditinjau dari pH, warna, aroma, tekstur, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh lama fermentasi yang berbeda pada ampas putak menggunakan *Aspergillus oryzae* terhadap nilai pH, warna, aroma, tekstur, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama fermentasi yang berbeda pada ampas putak menggunakan *Aspergillus oryzae* terhadap nilai pH, warna, aroma, tekstur, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai bahan informasi dan kajian ilmiah mengenai evaluasi fermentasi ampas putak (*Corypha gewanga*) menggunakan *Aspergillus oryzae* terhadap pH, warna, aroma, tekstur, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar.

1.5 Kerangka Pikir

Ampas putak merupakan jenis limbah pakan yang berasal dari empulur batang pohon gewang yang sudah di ambil patinya. Satu pohon gewang dengan tinggi 13 m dapat menghasilkan 663 ± 124 kg putak segar atau 396 kg putak kering (Tabun, Toelle, Sir dan Penu, 2016). Ampas putak

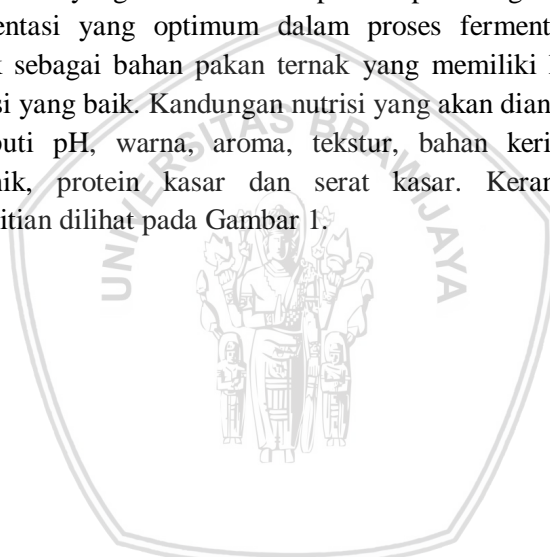
memiliki potensi cukup besar karena ketersediaanya yang melimpah dan pemanfaatannya yang belum maksimal. Hasil penelitian Soares (2018) terhadap kandungan ampas putak yaitu BK 86,84%, PK 2,3%, LK 0,46% dan SK 5,26%.

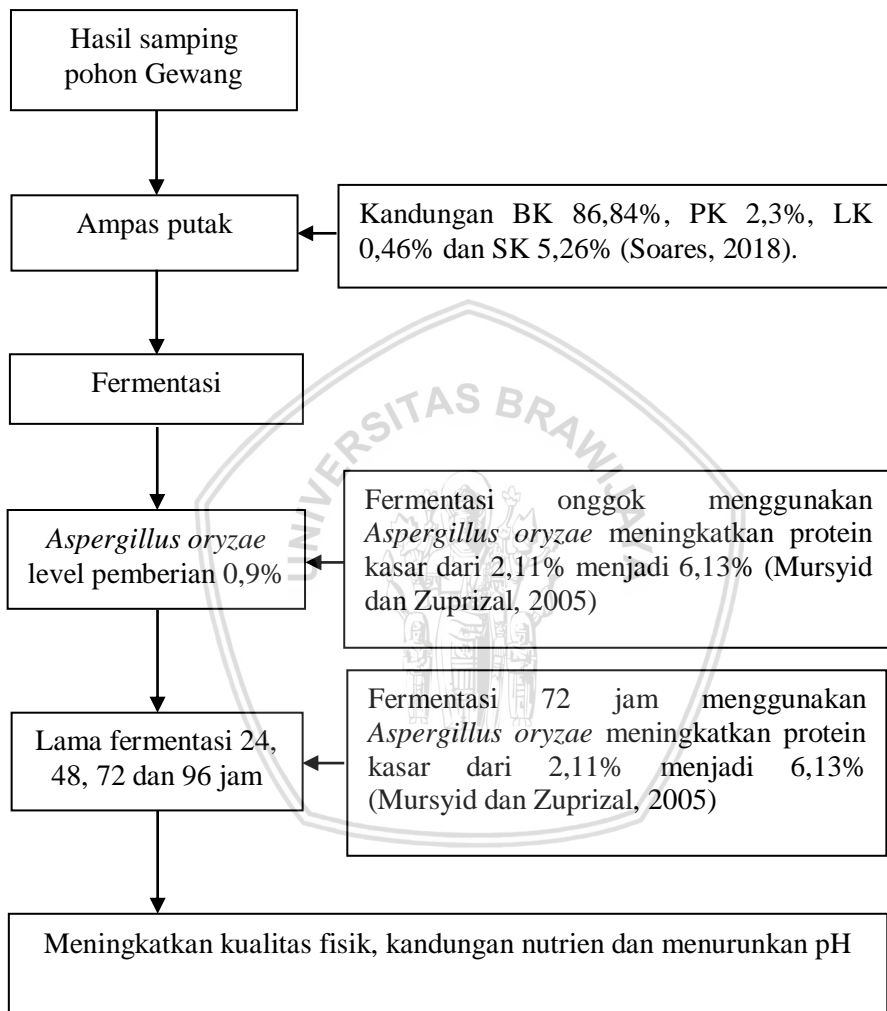
Perlu adanya proses pengolahan untuk meningkatkan kandungan nutrisi ampas putak agar pemanfaatannya sebagai pakan lebih optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi bahan pakan adalah melalui fermentasi. Fermentasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dari bahan pakan ternak. Proses fermentasi terjadi apabila adanya kontak antara mikroba dengan substrat organik yang sesuai. Menurut Hastuti, Nur dan Iskandar (2011), melalui senyawa organik terjadi pembentukan energi pada fermentasi secara biokimia, dan terjadi proses perubahan bahan dasar menjadi produk oleh sel mikroba. Hasil penelitian Hilakore dkk (2013) terhadap teknologi fermentasi dapat meningkatkan kadar protein putak, meningkatkan nilai kualitas fisik tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas*) (Widyasaputra dan Yuwono, 2013), meningkatkan kadar protein limbah tongkol jagung (Hastuti dkk., 2011) dan meningkatkan kadar protein kasar tepung kulit ari kedelai (Rohmawati dkk., 2015).

Ampas putak merupakan bahan pakan yang memiliki kandungan pati dan serat kasar yang tinggi tetapi memiliki kandungan protein kasar yang rendah oleh karena itu perlu dilakukan teknologi fermentasi dengan menggunakan 0,9% *Aspergillus oryzae*. Hasil penelitian Susanti (2015) terhadap ampas kelapa yang difermentasi menggunakan 0,9% *Aspergillus oryzae* menunjukkan peningkatan kadar protein hingga mencapai 8,63% dari 4,38%. Hasil penelitian Mursyid

dan Zuprizal (2005) pada fermentasi onggok dengan menggunakan *Aspergillus oryzae* dengan lama fermentasi 0 jam, 72 jam dan 144 jam menunjukkan adanya peningkatan PK berturut-turut 2,11%; 6,13%; dan 6,41%.

Evaluasi fermentasi penambahan 0,9% *Aspergillus oryzae* pada ampas putak sebagai substratnya dilakukan dengan waktu fermentasi yang berbeda. Penggunaan waktu fermentasi yang berbeda diharapkan dapat mengetahui waktu fermentasi yang optimum dalam proses fermentasi ampas putak sebagai bahan pakan ternak yang memiliki kandungan nutrisi yang baik. Kandungan nutrisi yang akan dianalisis yaitu meliputi pH, warna, aroma, tekstur, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar. Kerangka pikir penelitian dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.6 Hipotesis

Lama fermentasi yang berbeda menggunakan 0,9% *Aspergillus oryzae* berpengaruh positif terhadap pH dan kualitas fisik. Semakin lama waktu fermentasi meningkatkan bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK) dan menurunkan serat kasar (SK).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Putak (*Corypha gebanga*)

Corypha merupakan genus dari tujuh spesies dalam yang memiliki ketinggian mencapai 20-40 m dan dengan diameter batang mencapai 1-2,5 m. *Corypha gebanga* dikenal sebagai sagu yang berperan penting dalam sosio-ekonomi dan aspek budaya di kawasan Timur Indonesia yaitu berfungsi sebagai makanan pokok bagi masyarakat setempat terutama sebagai makanan tradisional di Provinsi Papua (Lestari, 2009). Di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur *Corypha gebanga* dikenal sebagai gewang. Tumbuhan sagu memiliki sekitar 60 varietas yang tersebar di wilayah seluas 900.000 ha tanah. Adanya teknologi pengolahan dapat memperbaiki nilai dari produk *Corypha gebanga*. Meski pemanfaatannya sebagai bahan pokok makanan manusia di Timor Barat, putak juga digunakan untuk pakan ternak seperti kambing, babi dan ayam selama musim kemarau ketika persediaan pakan ternak terbatas (Fuah and Pattie, 2014). Tabun dkk., (2016) menyatakan bahwa putak yang dikenal berasal dari batang gewang mengandung sumber karbohidrat untuk ternak ruminansia. Putak diberikan dalam bentuk potongan-potongan kecil di sore hari untuk ternak kelompok tani Kuinbes dan Hidup Baru.



Gambar 2. Pohon gewang (*Corypha elata roxb*) (Hilakore, 2008)

Menurut Hilakore dkk., (2013) putak adalah pakan lokal yang berasal dari empulur batang pohon Gewang di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur. Ketersediaannya yang cukup banyak dan tidak digunakan sebagai pangan memiliki potensi yang cukup besar sebagai pakan ternak. Kandungan putak yaitu protein kasar (PK) 2,53%, serat kasar (SK) 12,04% dan energi 4210 kkal yang diperoleh dari satu pohon Gewang dengan tinggi 13 m yang dapat menghasilkan $66,30 \pm 12,4$ kg putak segar atau 396 kg berat kering. Kandungan nutrisi putak adalah bahan kering (BK) 87,64% dan kadar bahan organik (BO) 82,02% (Tabun dkk., 2016). Perlu dilakukan proses pengolahan untuk meningkatkan kandungan nutrisi, sehingga penggunaan putak sebagai bahan pakan menjadi lebih optimal.

Hilakore (2008) melaporkan bahwa rendahnya kandungan protein serta nutrisi lainnya namun kadar serat kasarnya yang tinggi menjadi permasalahan penggunaan putak

sebagai alternatif sumber pakan ternak. Pemanfaatan putak sebagai sumber pakan ternak juga masih terbatas. Penelitian pemberian putak baru dilakukan sebagai sumber karbohidrat yang ditambah urea sebagai sumber nitrogen pada ternak ruminansia. Pengolahan lainnya melalui fermentasi sebagai pakan babi serta pembuatan produk gabungan pati dari putak dengan urea yang belum maksimal pemanfaatanya.

Penerapan teknologi pengolahan putak masyarakat dan kelompok tani Kuinbes dilakukan dengan pembuatan tepung putak. Pemberian putak pada ternak sapi yaitu dengan cara memberikan dalam bentuk potongan kecil \pm 5-10 cm. Pemberian pakan putak dapat memenuhi kekurangan nutrisi yang tidak dapat disuplai setelah penggembalaan (Tabun dkk., 2016). Hilakore dkk., (2013) melaporkan penelitian yang dilakukan pada putak yang dicacah dengan ukuran kurang lebih 1 x 0,5 cm yang digunakan dalam proses fermentasi menggunakan level kultur *Trichoderma reesei* 7,5% dan penambahan urea 3,15 g dengan lama fermentasi 2, 3, dan 4 hari diperoleh peningkatan protein kasar, protein murni serta penurunan serat kasar. Kadar protein kasar putak dengan lama fermentasi empat hari diperoleh sebesar 20,60% dari sebelumnya 14,17%. Peningkatan protein murni sejalan dengan peningkatan protein kasar. Berdasarkan hasil penelitian Eko, Junus dan Nasich (2013) terhadap penambahan urea pada padatan lumpur organik unit gas bio dengan tingkat penambahan 0,5% sampai 2% dapat meningkatkan nilai protein kasar yaitu 7,67%-10,46%.

Hasil penelitian lainnya dilakukan oleh Ridla dkk., (2016) pada silase semak bunga putih (*Chromolaena odorat*) mampu menurunkan total tanin dan mampu mempertahankan kualitas nutrisi dengan penambahan putak 10% dan isi rumen

sapi dengan level 10%. Putak merupakan salah satu sumber karbohidrat yang mudah dan murah diperoleh. Penambahan putak dan isi rumen digunakan untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat mudah larut, memaksimalkan dan menstimulasi kerja bakteri selama berlangsungnya ensilase.

2.2 Potensi Ampas Putak

Ampas putak merupakan jenis limbah pakan yang berasal dari empulur batang pohon Gewang yang sudah diambil patinya. Pohon Gawang ini adalah jenis tumbuhan yang berpotensi bagi masyarakat NTT khususnya pulau Timor bagian barat sampai bagian Timur, Negara Timor Leste. Jenis tumbuhan ini berfungsi sebagai sumber pangan, minuman, bahan bangunan serta industri sederhana rumah tangga. Isi batang pohon Gewang ini sudah lama diketahui masyarakat setempat sebagai putak yang merupakan sumber karbohidrat bagi ternak ruminansia maupun non ruminansia. Ketersediaan jumlah putak yang cukup banyak dan kurang digunakan sebagai pangan sangat potensi sebagai pakan ternak (Soares, 2018). Pohon gewang di Indonesia banyak ditemukan di Nusa Tenggara Timur (NTT) (Anonymous, 2017). Hasil data yang dilaporkan oleh Fuah and Pattie (2014) di wilayah seluas 900.000 ha tanah ditumbuhi sekitar 60 varietas tanaman sagu.

Ampas putak adalah salah satu hasil olahan dari isi batang putak (*Corypha gebanga*) yang diambil patinya oleh masyarakat sebagai salah satu bahan pangan. Menurut Soares (2018), ampas putak belum diolah sesuai dengan pengolahan teknologi sebagai pakan ternak. Adapun proses pengolahan putak menjadi ampas putak, yaitu putak yang diambil dari batang pohon Gewang dicacah kecil-kecil kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1-2 hari. Cacahan

putak digiling menjadi tepung kemudian disaring menggunakan kain saring sehingga menjadi tepung halus. Tepung halus putak direndam dengan volume air yang banyak (campuran tidak kental), selanjutnya campuran diaduk sampai warna airnya coklat dan dibiarkan selama kurang lebih 30 menit. Air rendaman dibuang sehingga diperoleh pati dan ampas putak.

Ampas putak perlu diolah secara teknologi seperti halnya ampas sagu dari pohon sagu, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Hasil penelitian Soares (2018) terhadap kandungan ampas putak yaitu BK 86,84%, abu 3,88%, PK 2,3%, LK 0,46% dan SK 5,26%, sedangkan hasil penelitian Hilakore (2008) terhadap kandungan nutrisi putak yaitu BK 91,05%, BO 84,11%, PK 3,25% dan SK 9,70%.

2.3 Fermentasi

Fermentasi adalah istilah yang berasal dari kata kerja latin "fevere", yang berarti mendidih. Fermentasi dalam arti luas didefinisikan sebagai proses metabolisme dimana perubahan kimia dibawa dalam substansi organik melalui aktivitas enzim yang disekresikan oleh mikroba. Definisi fermentasi secara sederhana yaitu sebagai metode menyiapkan makanan untuk dikembangkan dengan karakteristik yang diinginkan seperti rasa, aroma, tekstur, dan untuk menjaga kualitas melalui aktivitas mikroba (Sanchez, 2008).

Gandjar, Sjamsuridzal dan Oetari (2006) melaporkan bahwa selama proses fermentasi sel khamir melalui beberapa tahap. Fase pertama yaitu fase lag atau disebut tahap adaptasi pada lingkungan baru, fase log atau tahap pembelahan sel

yang aktif dan fase stasioner atau tahap istirahat. Proses fermentasi khamir pada substratnya akan dikonversi menjadi karbon dioksida dan etanol, selanjutnya asimilasi asam amino, lipid, asam nukleat dan produksi senyawa untuk aroma atau rasa. Malvianie, Pratama dan Salafudin (2014) juga menyatakan bahwa pertumbuhan bakteri memerlukan suatu tahapan. Tahapan pertama yaitu tahapan lag atau tahapan adaptasi dimana mikroba melakukan penyesuaian lingkungan baru, ciri tahapan lag adalah tidak adanya peningkatan jumlah sel namun hanya terjadi peningkatan ukuran sel. Tahapan kedua adalah tahapan log atau tahapan eksponensial dimana mikroba tumbuh dan membelah diri pada kecepatan maksimum. Tahapan ketiga yaitu tahapan stasioner, mikroba mulai berhenti dan terjadi keseimbangan antara jumlah sel yang membelah dengan jumlah sel yang mati. Tahapan keempat adalah tahapan kematian.

Menurut Hilakore dkk., (2013), fermentasi adalah aktivitas dari mikroba untuk mendapatkan energi yang digunakan untuk pertumbuhannya terhadap senyawa organik baik secara *aerob* atau *anaerob* melalui katabolisme. Proses dari fermentasi akan menyebabkan perubahan perubahan terhadap komposisi kimia seperti kadar protein, karbohidrat, lemak, asam amino, vitamin dan mineral selama proses fermentasi akibat dari aktivitas dan perkembangbiakan mikroba. Fermentasi juga adalah salah satu cara untuk meningkatkan kualitas bahan pakan, diketahui oleh Hastuti dkk., (2011) bahwa: terbentuknya energi melalui senyawa organik merupakan fermentasi secara biokimia, sedangkan proses pengubahan bahan dasar menjadi produk oleh mikroba merupakan aplikasi ke dalam bidang industri. Proses fermentasi terjadi apabila adanya substrat organik yang sesuai

bertemu dengan mikroba penyebab fermentasi. Fatimah dan Agustini (2016) melaporkan bahwa fermentasi adalah suatu metode untuk mengubah substrat menjadi produk yang diinginkan dengan bantuan mikroba. Konsentrasi substrat merupakan faktor kimia sedangkan perpindahan medium dan pencampuran medium merupakan faktor fisik.

Rohmawati dkk., (2015) melaporkan bahwa teknologi fermentasi dapat meningkatkan kandungan nutrisi bahan pakan, utamanya yaitu peningkatan kadar protein, mengurai, serta dapat menurunkan atau menghilangkan kandungan yang kegunaanya terbatas. Teknologi ini juga terbilang murah, selain itu hasil untuk *flavour* dan aromanya lebih disukai dibandingkan tanpa fermentasi. Hasil penelitian fermentasi tepung kulit ari kedelai dengan menggunakan ragi tape menunjukkan kenaikan kadar protein kasar, lemak kasar dan kadar abu serta terjadi penurunan bahan kering dan serat kasar. Hasil penelitian Soares (2018) terhadap ampas putak yang di fermentasi dengan menggunakan kombinasi kultur *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* menunjukkan adanya perubahan kualitas substrat yaitu terjadi kenaikan kadar protein dari 2,30% menjadi 4,99%, kadar abu dari 3,88% menjadi 3,93%, LK dari 0,46% menjadi 0,63% dan terjadi penurunan BK dari 86,84% menjadi 80,27%.

Berbagai macam mikroba yang tumbuh secara alami terlibat pada fermentasi alami. Fermentasi membutuhkan waktu yang bervariasi. Bervariasinya waktu akan mempengaruhi sifat fisik, kimia dan fungsionalnya. Lama perendaman substrat merupakan waktu yang identik pada fermentasi alami. Hasil lama fermentasi chips ubi jalar putih menunjukkan peningkatan nilai kualitas sifat fisik dari segi viskositas, namun perlakuan fermentasi belum mampu

meningkatkan kualitas fisik tepung ubi jalar secara signifikan (Widyasaputra dan Yuwono, 2013).

2.4 *Aspergillus oryzae*

Aspergillus oryzae adalah kapang *aerob* yang mampu menghasilkan enzim amilase, lipase dan protease. *Aspergillus oryzae* banyak digunakan oleh industri untuk fermentasi makanan seperti sake, kecap dan makanan tradisional Asia lainnya (Rank *et al.*, 2012). Adapun klasifikasi dari *Aspergillus oryzae* menurut Ade (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Myceteae
Divisi	: Mycota
Kelas	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Aspergillus</i>
Spesies	: <i>Aspergillus oryzae</i> Ahlburg Cohn



Gambar 3. Koloni *Aspergillus oryzae* (A) dan konidia *Aspergillus oryzae* berwarna kuning kehijauan (B) (Ade, 2013)

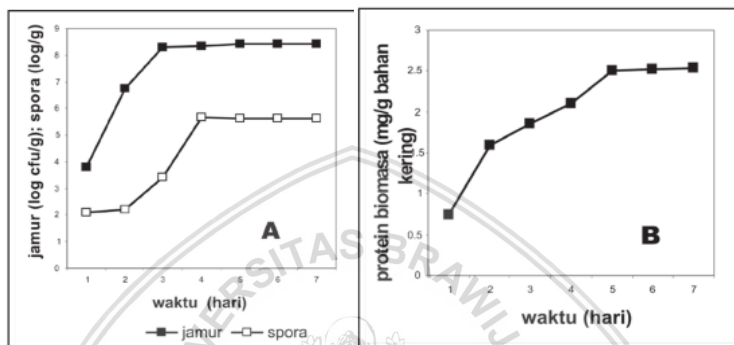
Secara makroskopis (Gambar. 3) koloni *Aspergillus oryzae* berwarna hijau kekuningan, warna miselium putih, berdiameter 65 mm pada medium CYA (Oramahi, 2006). Menurut Jayanti, Wuryanti dan Taslimah (2013) *Aspergillus oryzae* adalah spesies *Aspergillus* yang memiliki potensi penghasil α -amilase. Kelompok *Aspergillus* merupakan salah

satu jamur penghasil α -amilase yang cukup banyak. Hal ini senada dengan pendapat Susanti (2015) bahwa *Aspergillus oryzae* selain tidak bersifat patogen dikenal sebagai kapang yang paling banyak menghasilkan enzim yaitu α -amylase, α -galaktosidase, glutaminase, protease dan β -glukosidase. Enzim yang paling penting adalah enzim protease dan amylase yang bekerja untuk memecah protein dan amilum dari substrat. Jamur dan bakteri merupakan mikroba yang digunakan sebagai penghasil α -amilase. Hasil α -amilase dari jamur lebih stabil dibandingkan dengan hasil α -amilase bakteri, sehingga jamur lebih menguntungkan digunakan sebagai kepentingan industri.

Susanti (2015) melaporkan penelitian fermentasi ampas kelapa menggunakan *Aspergillus oryzae* mampu meningkatkan kadar protein kasar mencapai 8,63% dengan waktu fermentasi 96 jam. *Aspergillus oryzae* mampu menghasilkan enzim proteolitik. Meningkatnya nitrogen terlarut dan kadar protein dikarenakan adanya enzim proteolitik yang mendegradasi protein ampas kelapa menjadi asam amino. Menurut Slamet dan Ganjar (1972), *Aspergillus oryzae* mampu menghasilkan enzim protease lebih baik dibanding *Rhizopus oryzae*.

Fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* yaitu dimana hari pertama merupakan fase adaptasi. Hari ke sembilan adalah fase eksponensial yang ditandai dengan banyak nya massa sel *Aspergillus oryzae* secara signifikan, yang berarti menunjukkan bahwa pada range waktu tersebut terjadi kecepatan pembelahan *Aspergillus oryzae*. Fase eksponensial membutuhkan energi dalam jumlah yang banyak yaitu berupa gula sederhana, sehingga mikroba akan mensekresikan α -amilase yang akan digunakan dalam pemecahan amilosa

menjadi gula sederhana yaitu maltosa dalam jumlah yang banyak, hal ini yang mendasari dilakukannya massa panen. Hari ke sepuluh merupakan fase stasioner sampai hari ke duabelas (Jayanti dkk., 2013).



Gambar 4. Kurva pertumbuhan *Aspergillus oryzae* (A) dan pertumbuhan biomasa yang diukur dengan analisis protein biomasa (B) (Sardjono, 2008)

Berbeda dengan pendapat Sardjono (2008), berdasarkan Gambar 4. (A) merupakan fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* yaitu hari pertama merupakan fase adaptasi, hari ketiga adalah fase eksponensial yang ditandai dengan kenaikan massa sel dari *Aspergillus oryzae* secara signifikan. Keadaan ini mengidentifikasikan bahwa pada range waktu tersebut *Aspergillusoryzae* membelah dengan cepat. Hari keempat merupakan fase stationer.

Sardjono (2008) menyatakan bahwa jamur *Aspergillus oryzae* mampu meningkatkan kualitas pangan, diketahui oleh Widayat dan Satriadi (2005) bahwa: *Aspergillus oryzae* banyak digunakan dalam industri fermentasi bahan pangan yaitu dalam pembuatan sake, miso, hamonato dan

pembuatan kecap. Rahma dkk., (2015) juga melaporkan bahwa *Aspergillus oryzae* mempunyai daya hambat yang baik pada patogen buah kakao.

2.5 Potensial Hidrogen (pH)

Parameter pH seperti asam-asam organik merupakan penentu analisis pH yang digunakan untuk mengetahui aktifitas mikroba penghasil metabolit (Andarti dan Wardani, 2015). Nasrun, Jalaluddin dan Mahfuddhah (2015) melaporkan bahwa keasaman atau pH adalah salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba dan terbentuknya produk dari proses fermentasi. Setiap mikroba memiliki kisaran pH optimal yang berbeda-beda, diketahui oleh Jayanti dkk., (2013) bahwa: aktivitas enzim dipengaruhi oleh kondisi pH. Aktivitas α -amilase dari *Aspergillus oryzae* pada unit aktivitas 5,67 Unit/mL mengalami peningkatan pada pH 4,5 (pH optimum). Aktivitasnya dipengaruhi oleh muatan total protein enzim akibat dari perubahan pH, baik perubahan struktur atau perubahan muatan pada residu asam amino untuk mengikat substrat.

Nasrun dkk., (2015) menyatakan bahwa pH optimum untuk proses pertumbuhan khamir sama dengan derajat keasaman (pH) optimum pada proses fermentasi yaitu pH 4,0-5,0. Menurut Azizah, Al-Baarri dan Mulyani (2012), selama proses fermentasi nilai pH dipengaruhi oleh produk akhirnya. Hasil akhir dari penelitian fermentasi yang dilakukannya adalah alkohol. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki sifat homofermentatif sehingga hanya alkohol produk fermentasi yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak alkohol yang terbentuk.

Alkohol memiliki sifat asam, hal ini yang menyebabkan pH substratnya semakin rendah.

Yumas dan Rosniati (2014) melaporkan bahwa setelah fermentasi tiga hari yaitu fase penyesuaian terjadi penurunan nilai pH, hal ini karena adanya aktivitas *yeast S. Cereviceae* yang akan menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitarnya sehingga menghasilkan enzim yang akan digunakan untuk merombak gula menjadi alkohol. Selama fermentasi mula-mula terjadi penurunan derajat keasaman (pH) sampai hari ketiga dan terjadi peningkatan sedikit demi sedikit sampai hari kelima. Gozan dkk., (2007) juga berpendapat bahwa hari ketiga fermentasi *yeast* berada pada fase penyesuaian diri dengan lingkungan agar tetap hidup, sehingga belum berada pada fase eksponensial.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Andarti dan Wardani (2015) pada awal fermentasi miso kedelai hitam (*Glycine max (L)*) terjadi penurunan pH yang disebabkan karena adanya aktifitas kapang dan terjadinya pertumbuhan *Pediococcus halophilus* yaitu bakteri asam laktat yang berperan dalam menghasilkan asam laktat dan asam asetat hasil pemecahan enzim dari gula sederhana pada fermentasi koji yang akan membuat nilai pH rendah pada awal fermentasi. *Rhizopus oryzae* dapat memfermentasi glukosa, galaktosa, manosa, laktosa dan bahkan pati menjadi asam laktat. Terbentuknya NH_3 menyebabkan peningkatan pH secara bertahap 5,0-7,5 seiring bertambahnya waktu fermentasi, selain itu penurunan kadar protein dan degradasi protein dapat meningkatkan nilai pH.

2.6 Warna

Warna adalah salah satu komponen yang cukup penting dalam penentuan kualitas penerimaan bahan pangan. Bahan pangan akan memberikan kesan yang kurang menarik meskipun dinilai enak dan terlihat teksturnya baik apabila tidak memiliki warna yang menarik atau memberikan kesan yang menyimpang dari warna normalnya (Winarno, 2004). Lestari (2001) menyatakan bahwa terjadinya fermentasi selain mengawetkan juga dapat menghasilkan warna yang diinginkan. Fermentasi yang baik memiliki warna yang tidak jauh berbeda dengan warna bahan bakunya serta memiliki pH rendah dan beraroma asam (Abdelhadi, Santini and Gangliostro, 2005). Hasil penelitian Rihadini, Mokodiningsih dan Sumarsih (2017) pada fermentasi tongkol jagung dengan *Trichoderma harzianum* menghasilkan warna hijau kekuningan. Perubahan warna hijau kekuningan tersebut merupakan efek dari penambahan starter *Trichoderma harzianum*, hal ini disebabkan karena adanya kumpulan konidia pada ujung hifa kapang tersebut.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Umela (2016) terhadap tingkat penerimaan panelis pada warna konsentrat pakan kulit kakao menunjukkan nilai dalam taraf netral sampai taraf suka. Semua perlakuan menunjukkan warna kuning, hal ini karena adanya penambahan dedak jagung dan dedak padi yang membuat warna kulit daging kakao disukai panelis. Hasil dari semua perlakuan yang paling disukai yaitu perlakuan P2 karena memiliki warna lebih kuning dibanding perlakuan lainnya.

Herliani, Sulaiman dan Rahman (2014) melaporkan hasil penelitiannya selama satu minggu terhadap warna dedak fermentasi dengan perlakuan kontrol tidak menunjukkan hasil yang berbeda. Warna coklat diperoleh pada semua perlakuan,

namun ada sedikit perubahan pada perlakuan DF3. Perubahan warna coklat menjadi sedikit putih disebabkan adanya pertumbuhan jamur dalam jumlah yang sedikit. Perubahan warna pada tanaman yang mengalami ensilase diduga adanya proses respirasi *aerobik* yang berlangsung selama adanya oksigen hingga habisnya gula tanaman. Gula teroksidasi menjadi CO₂ dan air serta terjadi kenaikan temperatur. Apabila temperatur tidak dapat dikendalikan akan menyebabkan perubahan warna dari coklat tua sampai hitam pada silase. Kejadian ini membuat nilai pakan turun, karena hilangnya sumber karbohidrat dan turunnya pencernaan protein pada suhu 55°C (Hidayat, 2014).

2.7 Aroma

Menurut Winarno (2004), bau atau aroma akan menjadi perhatian utama selain dari bentuk dan warna bahan pangan. Aroma memiliki peranan penting dalam tingkat penilaian dan kualitas bahan pangan. Umela (2016) melaporkan hasil penelitian uji organoleptik aroma konsentrat pakan pada kulit kakao menunjukkan nilai dalam taraf netral sampai agak suka. Panelis menyukai aroma yang disebabkan oleh bau fermentasi kulit kakao yang masih terdapat aroma lain dari penambahan dedak padi dan dedak jagung. Winarno (2000) melaporkan bahwa fermentasi dapat menghasilkan aroma atau *flavour* yang lebih disukai dari pada bahan yang tidak difermentasi. Indikator keberhasilan fermentasi pakan kering meliputi peningkatan suhu, perubahan tekstur yang lebih lunak, perubahan warna serta terjadinya perubahan bau atau aroma yang khas (Sariri, Soegiarti dan Sugiyanto, 2011).

Selain menghasilkan perubahan kenampakan, tekstur dan nilai gizi proses fermentasi juga dapat menghasilkan bau

atau aroma serta flavour yang khas (Sukardi, Hindun dan Hidayat, 2012). Menurut Herliani dkk., (2014), bau akan menghilang seiring dengan semakin lamanya penyimpanan. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada perlakuan dengan jumlah ragi yang lebih banyak memiliki bau yang hilangnya lebih lama. Aroma seperti bau tape merupakan sisa dari proses fermentasi menggunakan mikroba ragi. Fermentasi yang baik mempunyai bau asam karena mengandung asam laktat, bukan bau yang menyengat (Lamid dkk., 2012). Aroma asam fermentasi pakan disebabkan karena pada proses fermentasi terjadi penguraian nutrisi khususnya karbohidrat menjadi asam organik. Terbentuknya asam pada waktu fermentasi menyebabkan pH turun, keadaan ini menghambat proses respirasi, proteolisis dan mencegah aktifnya bakteri (Kurnianingtyas dkk., 2012).

Hidayat (2014) melaporkan bahwa diantara *additif* onggok, bekatul dan molases yang langsung menunjukkan bau asam ketika dibuka adalah molases, bekatul dan terakhir onggok. Bau busuk atau bau ammonia merupakan akibat dari berkurangnya asam laktat serta banyaknya pemecahan protein menjadi ammonia dan asam butirat, selain itu banyak bakteri pembusuk di dalam silo. Menurut Hidayat (2014) karakteristik bau silase yang baik yaitu tidak asam atau tidak busuk sampai bau asam. Perubahan silase yang semakin asam sejalan dengan rendahnya nilai pH.

2.8 Tekstur

Setiap bahan pangan memiliki sifat tekstur yang bermacam tergantung ukuran, bentuk dan fisiknya. Tingkat kehalusan merupakan penilai terhadap tekstur konsentrat pakan. Salah satu penilaian dalam uji organoleptik yaitu tekstur pada bahan pangan. Hasil uji organoleptik tekstur

konsentrat pakan dari kulit kakao fermentasi menunjukkan pada perlakuan yang memiliki tekstur tidak terlalu kasar lebih banyak disukai dibandingkan perlakuan lainnya (Umela, 2016). Menurut Ridla *et al* (2007), hasil fermentasi yang baik memiliki tekstur yang lembut, tidak berjamur dan tidak berlendir. Sariri dkk., (2011) menyatakan bahwa tanda fermentasi pakan kering yang telah berhasil yaitu terjadi perubahan suhu yang meningkat, perubahan warna dan bau yang khas serta perubahan tekstur yang lebih lunak atau lapuk.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Herliani dkk., (2014) pada tekstur dedak fermentasi menunjukkan adanya perubahan tekstur. Perubahan tekstur terjadi setelah lima hari fermentasi. Peristiwa ini diduga ada kaitannya dengan kadar air disetiap dedak padi fermentasi, hal ini sesuai dengan pendapat Irianingrum (2009) bahwa kadar air bahan pada awal ensilase berpengaruh pada tekstur dari silase. Tekstur ampas kelapa sebelum dan sesudah dikukus mengalami perubahan karena pengukusan menyebabkan pelebaran pori-pori ampas kelapa sehingga kadar air meningkat dan tekstur menjadi lembut (Kurniawan dkk., 2016). Hasil penelitian Sukma, Zackiyah dan Gumilar (2010) terhadap fisik fermentasi bekatul menggunakan *Aspergillus terreus* terlihat semakin lembab dengan meningkatnya waktu fermentasi. Hal ini menunjukkan kadar air dalam bekatul terjadi peningkatan. Peningkatan kadar air selama fermentasi disebabkan kapang yang diinokulasi pada bekatul melakukan aktivitas metabolisme yang mengeluarkan uap air, sehingga mempengaruhi kadar air pada bekatul. Menurut hasil penelitian Julendra dkk (2007) terhadap tekstur pakan yang mengandung onggok fermentasi 25% sedikit menggumpal dan pakan yang mengandung onggok fermentasi 30%

menggumpal, kemungkinan disebabkan oleh kandungan kadar air yang lebih tinggi.

2.9 Bahan Kering (BK)

Bahan kering merupakan bahan pakan yang bebas dari kandungan air. Bahan kering dapat dihitung dengan cara 100 dikurangi nilai kadar air, dimana kadar air yang diukur adalah persen berat yang hilang setelah pemanasan suhu 105°C hingga beratnya tetap (Susanti, 2015). Cakra dan Siti (2008) menyatakan bahwa dalam proses metabolisme pertumbuhan dan perkembangan ternak memerlukan nutrisi utama penyusun bahan organik. Meningkatnya pencernaan protein dan karbohidrat yang merupakan bagian bahan organik maka secara otomatis bahan organik juga meningkat, sehingga menyebabkan kenaikan bahan kering.

Hilakore (2008) melaporkan bahwa hasil penelitian fermentasi putak menggunakan campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* terjadi peningkatan kadar BK secara numerik tetapi secara absolut terjadi penurunan. Bahan kering maupun bahan organik adalah sumber nutrisi bagi kapang. Penggunaan bahan kering dipengaruhi oleh kemampuan metabolisme dan daya larut unsur nutrisi tersebut. Kapang memenuhi kebutuhan pertumbuhannya dengan cara memanfaatkan nutrisi yang tersedia dalam medium yang mana pemanfaatannya secara langsung dari molekul-molekul sederhana yang larut sekitar hifa. Komponen kompleks seperti protein, selulosa, pati dan lain-lain sebelum masuk ke dalam sel harus didegradasi terlebih dulu.

Kandungan bahan kering ampas pati aren hasil fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menunjukkan adanya penurunan, saat fermentasi 0 jam ampas

pati aren memiliki kandungan BK 31,57% sedangkan saat fermentasi 72 jam ampas pati aren memiliki kandungan BK 30,30% (Anggraeny dan Umiyasih, 2009). Kehilangan bahan kering yang terjadi selama proses fermentasi dikarenakan adanya perombakan bahan organik terutama karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi. Karbohidrat akan dipecah menjadi glukosa sampai terbentuk energi. Dinding sel kapang selama fermentasi akan mengalami pertumbuhan, semakin lama waktu fermentasi maka akan menghasilkan miselium yang semakin banyak (Mirwandono, Bachari dan Situmorang, 2006).

2.10 Bahan Organik (BO)

Hilakore (2008) melaporkan bahwa pada proses fermentasi terjadi kehilangan bahan organik, hal ini karena adanya perombakan bahan organik oleh enzim mikroba untuk memenuhi kebutuhan energi pada pertumbuhan kapang dan akan menghasilkan panas, air dan karbondioksida yang menyebabkan perubahan komposisi bahan. Hasil penelitian fermentasi putak menggunakan campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* memperlihatkan bahwa level kultur dan lama fermentasi yang semakin tinggi mengakibatkan semakin banyak kehilangan BK dan BO. Bahan organik yang tersedia dalam substrat akan dirombak oleh kapang dengan semakin panjangnya waktu fermentasi.

Hasil analisis kandungan BO terhadap ampas pati aren pada perlakuan fermentasi pendek memiliki BO yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan fermentasi panjang. Senyawa organik dari substrat akan didegradasi oleh mikroba menjadi molekul yang lebih sederhana atau menjadi bentuk

lain seperti air dan energi untuk kebutuhan aktivitas mikroba (Anggraeny dan Umiyasih, 2009).

2.11 Protein Kasar (PK)

Fransistika, Idiawati dan Destiarti (2012) menyatakan bahwa nitrogen adalah unsur penyusun dari protein. Kandungan protein dalam suatu bahan pangan dapat ditunjukkan dari banyaknya nitrogen. Hasil dari kadar nitrogen dikalikan dengan 6,25 yaitu merupakan asumsi bahwa protein mengandung 16% nitrogen, sehingga diperoleh nilai dari protein. Hasil analisis kandungan protein ampas sagu setelah fermentasi mengalami peningkatan dibanding tanpa fermentasi. Seiring meningkatnya waktu fermentasi kadar protein kasar semakin meningkat. Terjadinya peningkatan protein disebabkan karena adanya penambahan protein yang diberikan oleh sel mikroba akibat pertumbuhannya menghasilkan protein sel tunggal atau biomassa sel yang mengandung protein sekitar 40-65% (Ginting dan Krisnan, 2006). Selain protein sel tunggal, ada salah satu komponen enzim yang memberi sekitar 60% total protein ekstraseluler yaitu selobiohidrolase (Hilakore, 2008).

Peningkatan pertumbuhan kapang dalam medium menunjukkan meningkatnya kadar protein substrat. Laju pertumbuhan lambat pada level kultur rendah yaitu ditandai dengan kenaikan kadar protein yang masih terus bertambah sampai fermentasi hari keempat. Kandungan PK dengan penambahan level *Trichoderma reesei* 5% pada lama waktu fermentasi 2 hari, 3 hari dan 4 hari masih terus bertambah sampai fermentasi hari keempat (15,60%; 16,45%; dan 17,40%). Rendahnya tingkat pemanfaatan nutrisi yang tersedia diakibatkan karena rendahnya kepadatan kultur dalam

medium, hal ini yang menyebabkan masih terjadinya pertumbuhan kapang sampai hari keempat. Sebaliknya dengan perlakuan kultur level yang cukup tinggi terjadi pertumbuhan yang cukup cepat untuk mencapai fase stasioner yang disebabkan karena ketersediaan nutrisi yang mulai berkurang dan pertumbuhan terhenti karena akumulasi zat-zat metabolik. Kandungan PK dengan penambahan level *Trichoderma reesei* 10% pada lama waktu fermentasi 2 hari, 3 hari dan 4 hari terjadi penambahan yang cukup cepat (19,29%; 20,44%; dan 20,33%) (Hilakore dkk., 2013). Hastuti dkk., (2011) juga melaporkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka kesempatan mikroba untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi semakin meningkat, sehingga jumlah mikroba semakin banyak dan akan menyebabkan peningkatan jumlah protein kasar. Menurut Susanti (2015) semakin banyak jumlah mikroba maka produksi enzim protease semakin meningkat. Aktivitas enzim protease menyebabkan protein kompleks yang bersifat tidak larut akan diubah menjadi protein yang bersifat larut dan mengalami kenaikan sebesar setengah dari jumlah total protein. Hasil penelitian Miskiyah, Mulyawati dan Haliza (2006) bahwa kandungan PK ampas kelapa hasil fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dan penambahan 20 g urea mengalami peningkatan. Ampas kelapa tanpa fermentasi memiliki kandungan PK 11,35% sedangkan setelah difermentasi selama 2 hari mengalami peningkatan sebesar 26,09%. Menurut Eko dkk (2013) penambahan urea dengan level 0,5% sampai dengan 2% dapat meningkatkan nilai protein kasar padatan lumpur organik unit gas bio yaitu 7,67%-10,46%. Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap padatan lumpur organik unit gas bio untuk perlakuan kontrol tanpa penambahan urea menunjukkan PK sebesar 7,67% dan

perlakuan penambahan urea dengan level 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% meningkatkan rata-rata PK berturut-turut 8,93%; 9,03%; 9,79%; dan 10,46%.

2.12 Serat Kasar (SK)

Serat kasar adalah bagian dari karbohidrat yang telah dipisahkan dengan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) yang terutama terdiri dari pati dengan cara analisis kimia sederhana. Serat kasar terdiri atas selulosa, hemiselulosa dan lignin. Menurut Hilakore (2008), meningkatnya kadar serat substrat diduga adanya pertumbuhan kapang. Perubahan kadar serat kasar sebelum dan sesudah difermentasi menunjukkan kenaikan, hal ini terjadi karena pertumbuhan kapang ikut menambahkan serat kasar yang berasal dari miselium. Semakin banyak massa sel maka semakin tinggi kadar seratnya. Hal ini sependapat dengan Mirwandhono dkk (2006) bahwa terjadinya peningkatan kandungan SK saat fermentasi disebabkan oleh miselium kapang yang mengandung selulosa karena, dinding sel kapang selama fermentasi mengalami akumulasi dalam media. Semakin lama waktu fermentasi maka akan menghasilkan pertumbuhan miselium yang lebat. Secara umum pertumbuhan miselium kapang mempengaruhi kandungan SK produk fermentasi. Nurhayati, Sjoefjan dan Koentjoko (2006) juga berpendapat bahwa peningkatan kandungan SK dapat disebabkan oleh rendahnya kandungan SK substrat sebelum fermentasi, sehingga kondisi ini diduga belum memacu aktifitas enzim selulase dari kapang untuk merombak SK meskipun pertumbuhan biomassa kapang lebih tinggi. Bahkan pertumbuhan biomassa kapang yang tinggi dapat meningkatkan kandungan SK. Pertumbuhan sel kapang yang lebih aktif akan mengakibatkan kenaikan kandungan SK

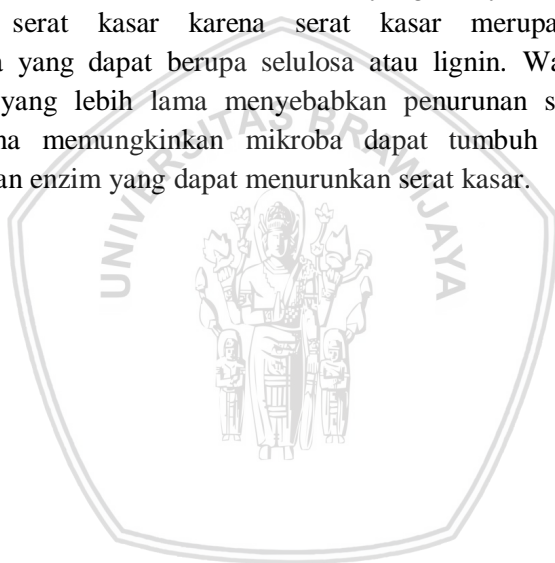
dinding sel kapang. Selain itu kondisi tidak terombaknya SK substrat yang diikuti dengan terombaknya kandungan nutrisi yang lain (lemak dan pati) menyebabkan tingginya kandungan SK substrat.

Kapang merupakan organisme eukariotik yang tumbuh dengan cara perpanjangan hifa. Kitin dan kitosan merupakan salah satu komponen penting dinding sel kapang. Komponen tersebut merupakan serat kasar dalam analisis proksimat, dengan demikian perombakan media untuk pertumbuhan kapang akan meningkatkan serat dalam substrat dan akan terjadi perubahan komposisi media karena hilangnya komponen non serat selama fermentasi. Kehilangan ini yang akan menyebabkan komposisi medium secara keseluruhan berubah. Hasil fermentasi putak terhadap kandungan serat kasar yang terjadi hanya kecil, hal ini diduga karena serat kasar dalam substrat didegradasi oleh kapang mengingat *Aspergillus niger* adalah mikroba selulolitik yang juga mampu mendegradasi serat meskipun pertumbuhannya sendiri memberi serat kasar substrat (Hilakore, 2008).

Fermentasi putak menggunakan *Trichoderma reesei* terhadap kandungan serat kasar lebih rendah dibandingkan tanpa fermentasi. Kadar serat kasar putak mengalami penurunan setelah difermentasi. Penurunan serat kasar menunjukkan adanya kemampuan kapang dalam menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi komponen selulosa menjadi selobiosa sebagai satu-satunya produk akhir hidrolisis, namun akumulasi selobiosa dalam substrat dapat menghambat kerja enzim yang bersangkutan. Alasan lainnya, adanya kitin yang terkandung dalam dinding sel kapang menyebabkan peningkatan jumlah sel kapang yang berkorelasi positif dengan kadar protein kasar dan murni, maka akan

meningkatkan jumlah kitin. Kitin merupakan serat kasar dalam analisis proksimat (Hilakore dkk., 2013).

Hasil penelitian Anggraeny dan Umiyasih (2009) terhadap kandungan serat kasar ampas pati aren pada fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menunjukkan penurunan. *Saccharomyces cerevisiae* akan menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi karbohidrat dalam substrat selama fermentasi, hal ini yang menyebabkan penurunan serat kasar karena serat kasar merupakan polisakarida yang dapat berupa selulosa atau lignin. Waktu fermentasi yang lebih lama menyebabkan penurunan serat kasar karena memungkinkan mikroba dapat tumbuh dan menghasilkan enzim yang dapat menurunkan serat kasar.



BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 April 2018 sampai dengan 5 Mei 2018. Pengujian kepadatan populasi *Aspergillus oryzae* dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Proses fermentasi dan analisis kandungan nutrisi dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

3.2. Materi Penelitian

3.2.1. Bahan Pembuatan Fermentasi Ampas Putak (*Corypha gebanga*):

1. Ampas Putak (*Corypha gebanga*)

Didapatkan dari Atambua, Nusa Tenggara Timur.

2. *Aspergillus oryzae*

Didapatkan dari Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya dengan kepadatan populasi $1,9 \times 10^8/\text{g}$.

3. KH_2PO_4 dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Didapatkan dari CV. Makmur Sejati.

4. Urea

Didapatkan dari CV. Makmur Sejati.

3.2.2. Bahan Analisis Kimia Kandungan Nutrisi:

a. pH (AOAC, 2005)

Larutan *buffer* dengan nilai pH 4 dan pH 7.

b. Protein Kasar (AOAC, 2005)

H_2SO_4 pekat (95-97%), NaOH 40% dan katalisator yang terdiri atas campuran *Sodium Sulphate*,

Copper (II) Sulphate, Selenium dan Polymer of Ethylene Glycol, H_2SO_4 0,1 N, Indikator (2 gram *methyl red+methyl blue* per liter etanol 96%), NaOH 0,1 N dan batu didih.

c. Serat Kasar (AOAC, 2005)

H_2SO_4 0,3 N, *Ethylene Diamine Tetra Asetic Acid Disodium Salt Dihydrate* (EDTA), HCl 0,3 N, NaOH 1,5 N dan batu didih.

3.2.3. Peralatan

1. Peralatan Pembuatan Fermentasi Ampas Putak:

Kompore, alat kukus, timbangan, sendok, baskom, plastik klip ukuran 8 x 12 cm dan termometer.

2. Peralatan Analisis Kandungan Nutrisi:

a. pH (AOAC, 2005)

pH meter dan *beaker glass*.

b. Bahan Kering (AOAC, 2005)

Cawan porselin, oven 105°C , eksikator dan timbangan analitis.

c. Bahan Organik (AOAC, 2005)

Cawan porselin, eksikator, tanur $550\text{--}600^\circ\text{C}$ dan timbangan analitis.

d. Protein Kasar (AOAC, 2005)

Timbangan analitis, labu kjeldhal, gelas ukur (*dispenser*), erlenmeyer, *beaker glass*, alat destruksi, alat destilasi, pipet volume, buret dan alat titrasi.

e. Serat Kasar (AOAC, 2005)

Timbangan analitis, *beaker glass* khusus untuk serat kasar, pemanas, cawan filtrasi (*crusible*)

serta alat filtrasinya, oven 140°C, tanur 550-600°C dan eksikator.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah percobaan di laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 5 perlakuan dan 5 kali ulangan (Steel dan Torrie, 2003). Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- P_0 = Ampas putak tanpa fermentasi
- P_1 = Ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% (fermentasi 24 jam)
- P_2 = Ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% (fermentasi 48 jam)
- P_3 = Ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% (fermentasi 72 jam)
- P_4 = Ampas putak + *Aspergillus oryzae* 0,9% (fermentasi 96 jam)

3.3.1 Proses Pengolahan Ampas Putak (Soares, 2018)

1. Putak yang diambil dari batang pohon Gwang dicacah kecil-kecil kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1-2 hari.
2. Cacahan putak digiling menjadi tepung kemudian disaring menggunakan kain saring sehingga menjadi tepung halus.
3. Tepung halus putak direndam dengan volume air yang banyak (campuran tidak kental), selanjutnya campuran diaduk sampai warna airnya coklat dan dibiarkan selama kurang lebih 30 menit.

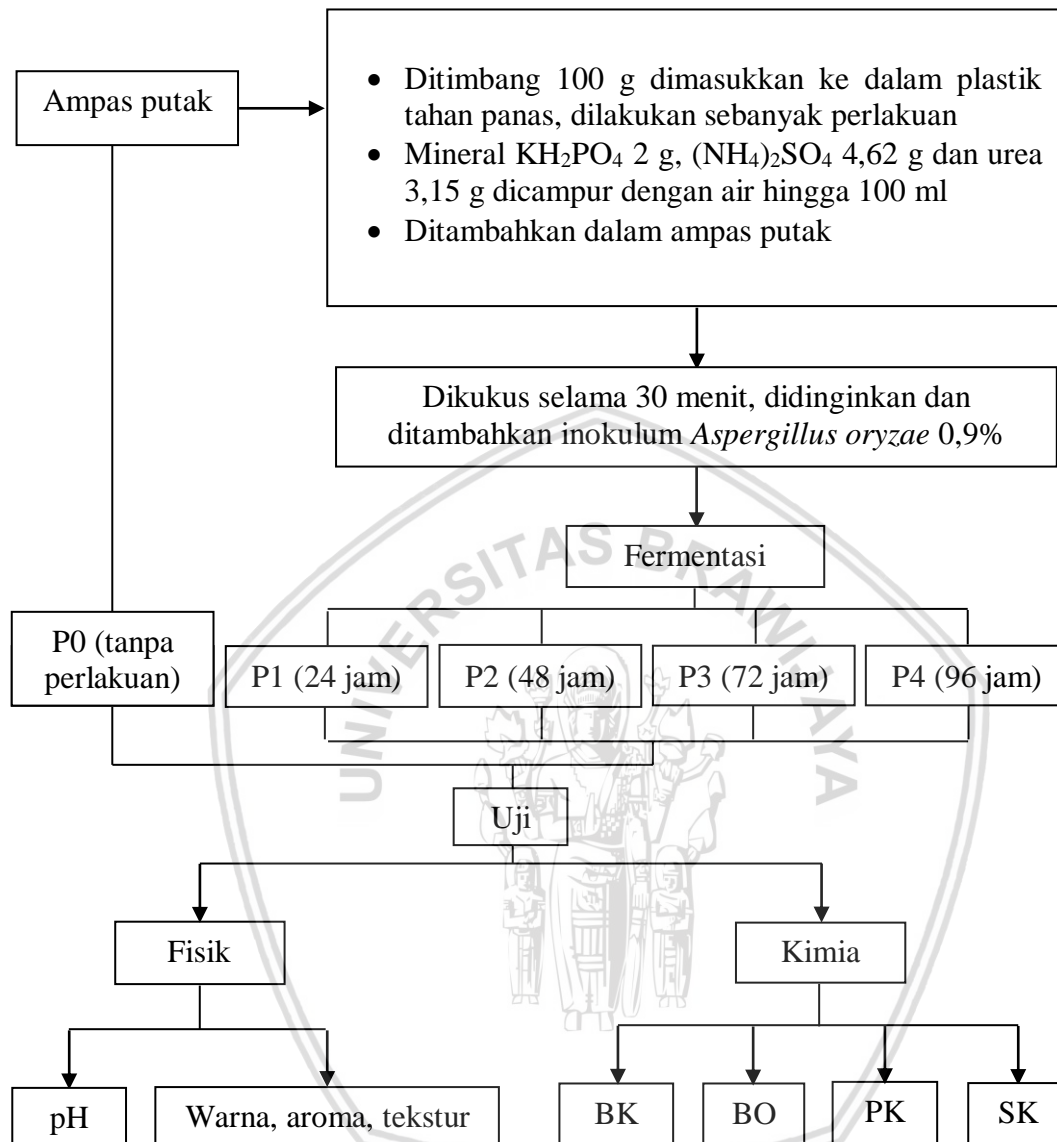
4. Air rendaman dibuang sehingga diperoleh pati dan ampas putak.

3.3.2 Prosedur Pembuatan Fermentasi Ampas Putak (Hilakore dkk., 2013)

1. Ampas putak kering sebanyak 100 g dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Hal ini dilakukan sebanyak perlakuan.
2. Mineral KH_2PO_4 2 g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 4,62 g dan urea 3,15 g dicampur dengan air hingga 100 ml.
3. Ditambahkan kedalam ampas putak dan dikukus selama 30 menit, setelah itu didinginkan.
4. Ditambahkan inokulum *Aspergillus oryzae* 0,9%, difermentasikan secara semi *aerob* dengan lama fermentasi sesuai perlakuan 24, 48, 72, dan 96 jam.
5. Dikeringkan (suhu 60°C) untuk digunakan sebagai sampel dalam uji bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar.

3.4. Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Prosedur Penelitian

3.5. Variabel Penelitian

Variabel yang diamati dalam penelitian ini terdiri atas :

1. Pengukuran pH

Prosedur pengukuran pH sesuai dengan AOAC (2005) dapat dilihat pada Lampiran 1

Larutan diukur pH nya dengan pH meter yang sudah distandarisasi. Standarisasi pH meter dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer* pH 4 kemudian *buffer* pH 7. Elektroda dibilas dengan aquadest kemudian dimasukkan dalam larutan sampel.

2. Warna, aroma, tekstur (Umela, 2016)

Keadaan fisik ampas putak fermentasi di skoring oleh panelis sebanyak 10 orang. Parameter uji fisik adalah warna, aroma dan tekstur ampas putak fermentasi.

3. Kandungan Bahan Kering (BK)

Prosedur analisis kandungan BK sesuai dengan AOAC (2005) dapat dilihat pada Lampiran 2

Kandungan bahan kering dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Bahan Kering} = \frac{(C-A)}{(B-A)} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat cawan (g)

B = berat cawan dan sampel sebelum dioven (g)

C = berat cawan dan sampel setelah dioven (g)

4. Kandungan Bahan Organik (BO)

Prosedur analisis kandungan BO sesuai dengan AOAC (2005) dapat dilihat pada Lampiran 3

Kandungan bahan organik dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(C-A)}{(B-A)} \times 100\%$$

$$\text{Bahan Organik} = 100\% - \% \text{ Abu}$$

Keterangan :

- A = berat cawan porselin (g)
- B = berat cawan porselin dan sampel sebelum ditanur (g)
- C = berat cawan porselin dan sampel setelah ditanur (g)

5. Kandungan Protein Kasar (PK)

Prosedur analisis kandungan PK sesuai dengan AOAC (2005) dapat dilihat pada Lampiran 4

Kandungan protein kasar dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Protein Kasar} = \frac{(D - C) \times N (\text{NaOH}) \times 0,014 \times 6,25}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

- A = berat kertas minyak (g)
- B = berat kertas minyak dan sampel (g)

- C = jumlah NaOH untuk titrasi sampel (ml)
- D = jumlah NaOH untuk titrasi blanko (ml)
- N NaOH = normalitas NaOH (0,1 N)
- 0,014 = berat molekul Nitrogen
- 6,25 = faktor konfersi kandungan N dalam protein (16% N)

6. Kandungan Serat Kasar (SK)

Prosedur analisis kandungan SK sesuai dengan AOAC (2005) dapat dilihat pada Lampiran 5

Kandungan serat kasar dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Serat Kasar} = \frac{C-D}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan :

- A = berat kertas minyak (g)
- B = berat kertas minyak dan sampel (g)
- C = berat kertas minyak dan sampel setelah dioven (g)
- D = berat kertas minyak dan sampel setelah ditanur (g)

3.6. Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian diolah menggunakan program *Microsoft Excel*. Setelah diperoleh data rata-rata dilanjutkan dengan analisis statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dari Rancangan Acak Lengkap (RAL). Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (Steel dan Torrie, 2003). Adapun model matematika untuk Rancangan Acak Lengkap sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \pi_i + \beta_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = nilai pengantar pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

μ = nilai rata-rata umum

π_i = pengaruh perlakuan ke- i

β_{ij} = kesalahan (galat) percobaan pada perlakuan

i = 1,2,3 dan 4

j = 1,2 dan 3

3.7. Batasan Istilah

1. *Ampas putak* merupakan pakan lokal yang berasal dari empulur batang pohon gewang yang sudah diambil patinya di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Fisik Fermentasi Ampas Putak

Hasil analisis pH fermentasi ampas putak ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Fermentasi Terhadap Nilai pH Fermentasi Ampas Putak

Perlakuan	Variabel
	pH
P0	$7,00^d \pm 0,00$
P1	$5,54^c \pm 0,05$
P2	$4,46^a \pm 0,19$
P3	$4,68^a \pm 0,34$
P4	$5,06^b \pm 0,48$

Keterangan: ^{a,b,c,d} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis warna, aroma dan tekstur fermentasi ampas putak ditampilkan pada Tabel 2.

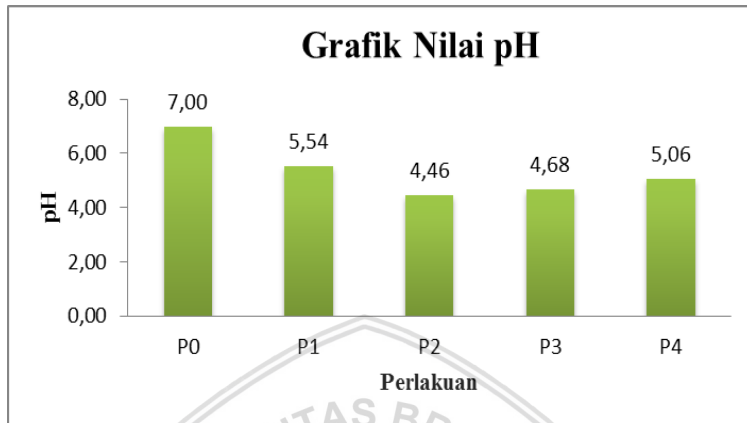
Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Fermentasi Terhadap Analisis Fisik Fermentasi Ampas Putak

Perlakuan	Variabel		
	Warna	Aroma	Tekstur
P0	$4,00^b \pm 0,00$	$1,00^a \pm 0,00$	$1,00^a \pm 0,00$
P1	$2,68^a \pm 0,47$	$2,98^d \pm 0,25$	$3,00^b \pm 0,00$
P2	$2,66^a \pm 0,48$	$2,96^d \pm 0,86$	$3,38^c \pm 0,53$
P3	$1,74^a \pm 0,44$	$2,54^c \pm 0,76$	$3,62^d \pm 0,60$
P4	$1,60^a \pm 0,49$	$2,08^b \pm 0,27$	$3,64^d \pm 0,48$

Keterangan: ^{a,b,c,d} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

A. Pengaruh perlakuan terhadap nilai pH

Hasil analisis statistik pada Tabel 1. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH fermentasi ampas putak. Berdasarkan hasil Uji Jarak Berganda Duncan, diketahui bahwa nilai pH tertinggi adalah perlakuan P0 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan lainnya dan nilai pH terendah adalah perlakuan P2. Perlakuan P2 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan perlakuan P0, P1 dan P4, tetapi tidak ada perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perlakuan P3. Perlakuan P0 tanpa fermentasi memiliki nilai pH tertinggi sebesar 7,00, sedangkan perlakuan P2 dengan lama fermentasi 48 jam memiliki nilai pH terendah sebesar 4,46.



Gambar 6. Grafik nilai pH

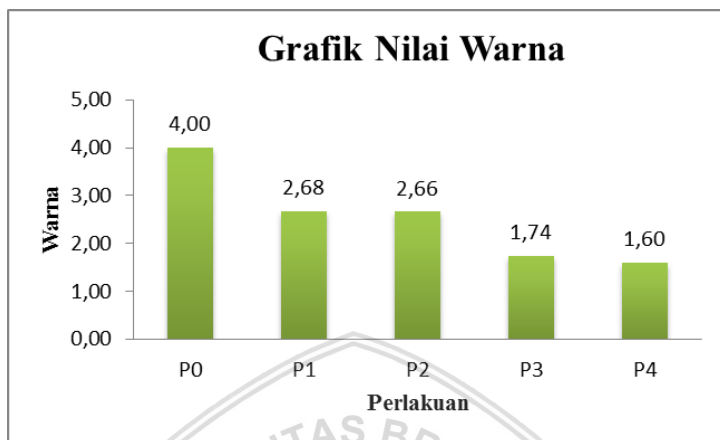
Hasil analisis nilai pH menunjukkan bahwa selama fermentasi terjadi penurunan nilai pH sampai hari kedua dan mulai terjadi peningkatan sedikit demi sedikit sampai hari keempat. Hal ini sesuai dengan pendapat Yumas dan Rosniati (2014) selama fermentasi mula-mula terjadi penurunan derajat keasaman (pH) sampai hari ketiga dan terjadi peningkatan sedikit demi sedikit sampai hari kelima. Setelah fermentasi tiga hari yaitu fase penyesuaian terjadi penurunan nilai pH, hal ini karena adanya aktivitas *yeast* yang akan menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitarnya sehingga menghasilkan enzim yang akan digunakan untuk merombak gula menjadi alkohol.

Aspergillus oryzae mengalami pertumbuhan optimum pada pH 4,5 (Jayanti dkk., 2013). Gozan dkk., (2007) juga berpendapat bahwa hari ketiga fermentasi *yeast* berada pada fase penyesuaian diri dengan lingkungan agar tetap hidup, sehingga belum berada pada fase eksponensial. Menurut Sardjono (2008), fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* yaitu

hari pertama merupakan fase adaptasi, sehingga pada perlakuan P2 (fermentasi 24 jam) terjadi penurunan pH. Hari ketiga adalah fase eksponensial yang ditandai dengan kenaikan massa sel dari *Aspergillus oryzae* secara signifikan. Keadaan ini mengidentifikasikan bahwa pada range waktu tersebut *Aspergillusoryzae* membelah dengan cepat, sehingga pada perlakuan P3 (fermentasi 3 hari) sudah mulai terjadi kenaikan nilai pH dari perlakuan P2 (fermentasi 2 hari) 4,46 menjadi 4,68. Berbeda dengan pendapat Jayanti dkk (2013), fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* hari pertama merupakan fase adaptasi. Hari kesembilan adalah fase eksponensial yang ditandai dengan banyaknya massa sel *Aspergillus oryzae* secara signifikan, yang berarti menunjukkan bahwa pada jarak waktu tersebut terjadi kecepatan pembelahan *Aspergillus oryzae*.

B. Pengaruh perlakuan terhadap warna

Hasil analisis statistik pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai warna fermentasi ampas putak. Hasil uji Jarak Berganda Duncan memberikan hasil bahwa nilai warna tertinggi adalah perlakuan P0 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan P1, P2, P3 dan P4. Perlakuan fermentasi ampas putak secara berturut-turut (0, 24, 48, 72 dan 96 jam), semakin lama waktu fermentasi warna ampas putak fermentasi berubah menjadi coklat kehijauan dari coklat terang/coklat muda.



Gambar 7. Grafik nilai warna

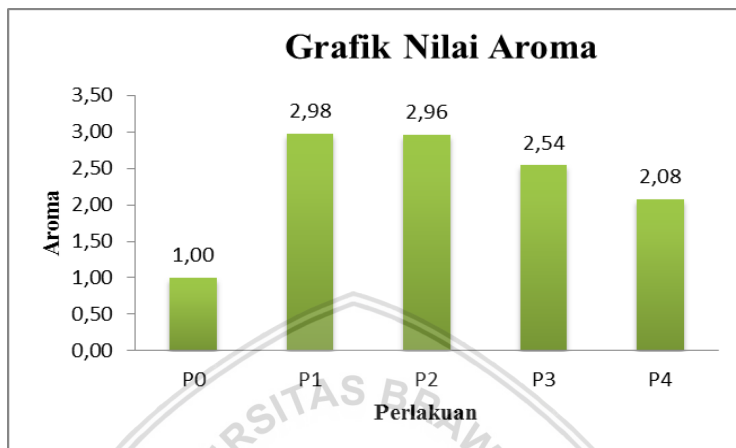
Lestari (2001) menyatakan bahwa terjadinya fermentasi selain mengawetkan juga dapat menghasilkan warna yang diinginkan. Ampas putak tanpa fermentasi memiliki warna coklat terang, sehingga dilihat dari nilai warna ampas putak fermentasi yang diperoleh, perlakuan P1 (fermentasi 24 jam) dan P2 (fermentasi 48 jam) berturut-turut 2,68 dan 2,66 hal ini cukup bagus karena memiliki warna coklat yang masih mendekati warna ampas putak tanpa fermentasi. Sesuai dengan pendapat Abdelha *et al.*, (2005), fermentasi yang baik memiliki warna yang tidak jauh berbeda dengan warna bahan bakunya serta memiliki pH rendah dan beraroma asam.

Hasil penelitian Herlina dkk (2014) selama satu minggu terhadap warna dedak fermentasi dengan perlakuan kontrol tidak menunjukkan hasil yang berbeda. Warna coklat diperoleh pada semua perlakuan, namun ada sedikit perubahan pada perlakuan DF3. Perubahan warna coklat menjadi sedikit

putih disebabkan adanya pertumbuhan jamur dalam jumlah yang sedikit. Warna ampas putak fermentasi perlakuan P3 dan P4 yang tampak coklat kehijauan disebabkan karena adanya pertumbuhan koloni dari jamur yang digunakan untuk fermentasi ampas putak. Berdasarkan Gambar 4. (A) kurva pertumbuhan *Aspergillus oryzae* terjadi pertumbuhan spora yang pesat pada hari ketiga dan keempat (Sardjono, 2008). Menurut Oramahi (2006) *Aspergillus oryzae* memiliki koloni berwarna hijau kekuningan dan miselium berwarna putih. Hal ini didukung oleh pendapat Rihadini dkk (2017) bahwa warna fermentasi tongkol jagung dengan *Trichoderma harzianum* yaitu hijau kekuningan. Perubahan warna hijau kekuningan tersebut merupakan efek dari penambahan starter *Trichoderma harzianum*, hal ini disebabkan karena adanya kumpulan konidia pada ujung hifa kapang tersebut.

C. Pengaruh perlakuan terhadap aroma

Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai aroma fermentasi ampas putak. Berdasarkan hasil uji Jarak Berganda Duncan, maka diketahui bahwa perlakuan nilai terendah adalah perlakuan P0 yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan lainnya dan nilai tertinggi adalah perlakuan P1. Perlakuan P1 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan perlakuan P0, P3 dan P4, tetapi tidak berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perlakuan P2.



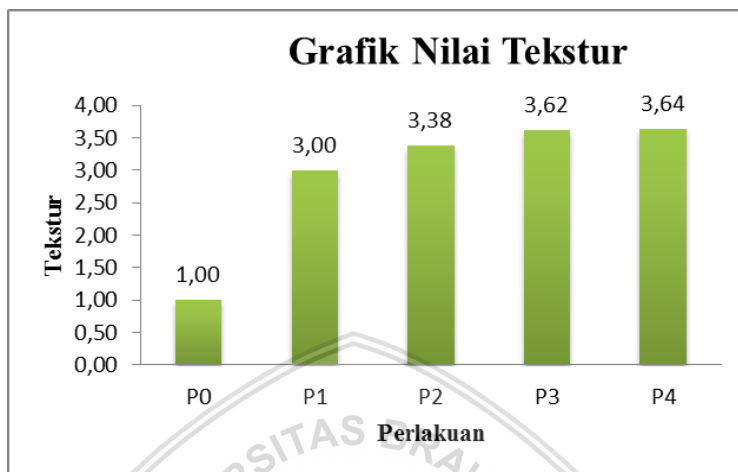
Gambar 8. Grafik nilai aroma

Perlakuan P0 merupakan ampas putak tanpa fermentasi yang memiliki aroma apek. Winarno (2000) melaporkan bahwa fermentasi dapat menghasilkan aroma atau *flavour* yang lebih disukai dari pada bahan yang tidak difermentasi. Perlakuan P1 dan P2 dengan lama waktu fermentasi berturut-turut 24 dan 48 jam memiliki bau asam dibandingkan perlakuan lainnya. Menurut Lamid dkk., (2012) fermentasi yang baik mempunyai bau asam karena mengandung asam laktat, bukan bau yang menyengat. Aroma asam fermentasi pakan disebabkan karena pada proses fermentasi terjadi penguraian nutrisi khususnya karbohidrat menjadi asam organik. Terbentuknya asam pada waktu fermentasi menyebabkan pH turun, keadaan ini menghambat proses respirasi, proteolisis dan mencegah aktifitas bakteri (Kurnianingtyas dkk., 2012).

Perlakuan P3 dan P4 memiliki aroma apek yang mendekati aroma ampas putak tanpa fermentasi, hal ini diduga pada perlakuan P3 sudah mulai terjadi kenaikan nilai pH. Menurut Yumas dan Rosniati (2014) selama fase penyesuaian terjadi penurunan nilai pH saat fermentasi dan terjadi peningkatan sedikit demi sedikit sampai hari kelima. Menurut Sardjono (2008), fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* yaitu hari pertama merupakan fase adaptasi, hari ketiga adalah fase eksponensial, sehingga pada perlakuan P3 dan P4 sudah tidak asam lagi.

D. Pengaruh perlakuan terhadap tekstur

Hasil analisis statistik pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai tekstur fermentasi ampas putak. Hasil uji Jarak Berganda Duncan memberikan hasil bahwa nilai tekstur terendah adalah perlakuan P0 yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai tekstur tertinggi dalam perlakuan adalah perlakuan P4 yang memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan P0, P1 dan P2, sedangkan perlakuan P4 tidak berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perlakuan P3. Tekstur ampas putak fermentasi terlihat adanya perubahan tekstur apabila dibandingkan dengan perlakuan P0. Semakin lama waktu fermentasi ampas putak fermentasi memiliki tekstur lunak. Menurut Sariri dkk., (2011) menyatakan bahwa tanda fermentasi pakan kering yang telah berhasil yaitu terjadi perubahan suhu yang meningkat, perubahan warna dan bau yang khas serta perubahan tekstur yang lebih lunak atau lapuk.



Gambar 9. Grafik nilai tekstur

Terjadinya perubahan tekstur diduga ada kaitannya dengan kadar air disetiap ampas putak fermentasi. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Kurniawan dkk (2016) terhadap tekstur ampas kelapa sebelum dan sesudah dikukus mengalami perubahan karena pengukusan menyebabkan pelebaran pori-pori ampas kelapa sehingga kadar air meningkat dan tekstur menjadi lembut. Menurut hasil penelitian Julendra dkk (2007) terhadap tekstur pakan yang mengandung onggok fermentasi 25% sedikit menggumpal dan pakan yang mengandung onggok fermentasi 30% menggumpal, kemungkinan disebabkan oleh kandungan kadar air yang lebih tinggi. Kenaikan kadar air selama penyimpanan dikarenakan partikel bahan pakan menyerap uap air dari udara, sehingga menyebabkan pertumbuhan jamur semakin meningkat karena bertambah banyak spora jamur dari udara terbawa masuk. Hal ini senada dengan Sukma dkk (2010) bahwa peningkatan

kadar air selama fermentasi disebabkan kapang yang diinokulasi pada bekatul melakukan aktivitas metabolisme yang mengeluarkan uap air, sehingga mempengaruhi kadar air pada bekatul.

Berdasarkan nilai tekstur fermentasi ampas putak, perlakuan P2 (fermentasi 48 jam) memiliki tekstur agak lunak sedangkan P3 (fermentasi 72 jam) dan P4 (fermentasi 96 jam) memiliki tekstur lunak, hal ini diduga karena hari kedua pada fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* merupakan fase adaptasi, hari ketiga merupakan fase eksponensial dan hari keempat merupakan fase stasioner yaitu masa dimana laju pertumbuhan bakteri menuju kematian sehingga jumlah bakteri secara keseluruhan tetap. Menurut Sardjono (2008), berdasarkan Gambar 4. (A) merupakan fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* yaitu hari pertama merupakan fase adaptasi, hari ketiga adalah fase eksponensial yang ditandai dengan kenaikan massa sel dari *Aspergillus oryzae* secara signifikan. Keadaan ini mengidentifikasikan bahwa pada range waktu tersebut *Aspergillusoryzae* membelah dengan cepat. Hari keempat merupakan fase stationer.

4.2 Kualitas Kimia Fermentasi Ampas Putak

Hasil analisis kandungan nutrisi ampas putak dan fermentasi ampas putak ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Nutrien Ampas Putak dan Fermentasi Ampas Putak

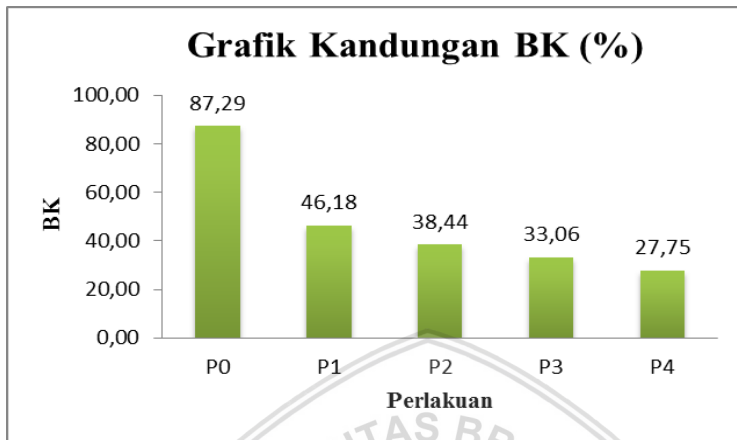
Perlakuan	Variabel (%)			
	BK	BO*	PK*	SK*
P0	87,29 ^e ± 0,18	94,73 ^e ± 0,18	2,31 ^a ± 0,03	7,38 ^a ± 0,35
P1	46,18 ^d ± 0,29	92,45 ^d ± 0,22	16,05 ^b ± 0,26	8,59 ^b ± 0,37
P2	38,44 ^c ± 0,26	89,91 ^c ± 0,14	21,20 ^c ± 0,34	15,14 ^c ± 0,47
P3	33,06 ^b ± 0,40	88,19 ^b ± 0,31	24,08 ^d ± 0,38	19,22 ^e ± 0,34
P4	27,75 ^a ± 0,32	86,72 ^a ± 0,29	27,04 ^e ± 0,61	17,28 ^d ± 0,36

Keterangan: ^{a,b,c,d,e} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

* berdasarkan 100% BK

A. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan bahan kering (BK)

Hasil analisis statistik pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan bahan kering fermentasi ampas putak. Berdasarkan hasil uji Jarak Berganda Duncan, perlakuan P0 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap P1, P2, P3 dan P4. Perlakuan P0 merupakan ampas putak tanpa fermentasi yang memiliki kandungan BK tertinggi sebesar 87,29%, sedangkan ampas putak setelah fermentasi yaitu perlakuan P4 dengan lama waktu fermentasi 96 jam memiliki kandungan BK terendah yaitu 27,75%.



Gambar 10. Grafik kandungan BK (%)

Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan ampas putak yang difermentasi yaitu semakin lama waktu fermentasi maka kandungan BK semakin menurun. Penurunan bahan kering saat fermentasi, diduga disebabkan adanya perombakan bahan kering substrat dimana bahan organik mengalami penguraian oleh mikroba yang terdapat pada inokulum *Aspergillus oryzae*. Selama proses fermentasi akan terjadi peningkatan kadar air dalam substrat karena penguraian bahan kering total, yang akan digunakan sebagai sumber energi atau bahan pembentuk sel baru sehingga kandungan bahan keringnya akan menurun. Menurut Mirwandono dkk (2006), kehilangan bahan kering yang terjadi selama proses fermentasi dikarenakan adanya perombakan bahan organik terutama karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi. Karbohidrat akan dipecah menjadi glukosa sampai terbentuk energi. Dinding sel kapang selama fermentasi akan mengalami pertumbuhan, semakin lama waktu fermentasi maka akan

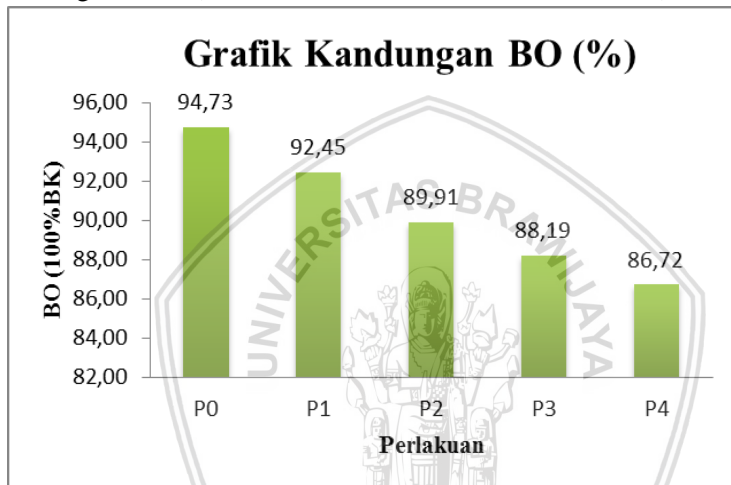
menghasilkan miselium yang semakin banyak. Menurut hasil penelitian Anggraeny dan Umiyasih (2009) bahwa kandungan bahan kering ampas pati aren hasil fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* 8% menunjukkan adanya penurunan, saat fermentasi 0 jam ampas pati aren memiliki kandungan BK 31,57% sedangkan saat fermentasi 72 jam ampas pati aren memiliki kandungan BK 30,30%.

Kandungan BK tertinggi perlakuan ampas putak yang difermentasi yaitu perlakuan P1 (fermentasi 24 jam) sebesar 46,18% karena fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* berada pada fase adaptasi dan terus mengalami pertumbuhan hingga mencapai fase eksponensial sampai fase stasioner. Kandungan bahan kering yang diperoleh berbanding terbalik dengan fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* (Gambar 4. (A)), sehingga terjadi penurunan kandungan BK sampai hari keempat (P4) hingga mencapai setengah persen nilai kandungan BK dari P1 yaitu 27,75%. Hari keempat merupakan fase stasioner *Aspergillus oryzae*.

B. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan bahan organik (BO)

Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan bahan organik fermentasi ampas putak. Hasil uji Jarak Berganda Duncan memberikan hasil bahwa kandungan bahan organik tertinggi adalah perlakuan P0 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perlakuan P1, P2, P3 dan P4. Perlakuan P0 ampas putak tanpa fermentasi memiliki kandungan BO tertinggi sebesar 94,73%, sedangkan perlakuan

P4 yaitu ampas putak fermentasi dengan lama waktu fermentasi 96 jam memiliki kandungan BO terendah yaitu 86,72%. Semakin lama waktu fermentasi ampas putak secara berturut-turut (24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam) menurunkan kandungan bahan organik ampas putak masing-masing sebesar (92,45%; 89,91%; 88,19%; dan 86,72%).



Gambar 11. Grafik kandungan BO (%)

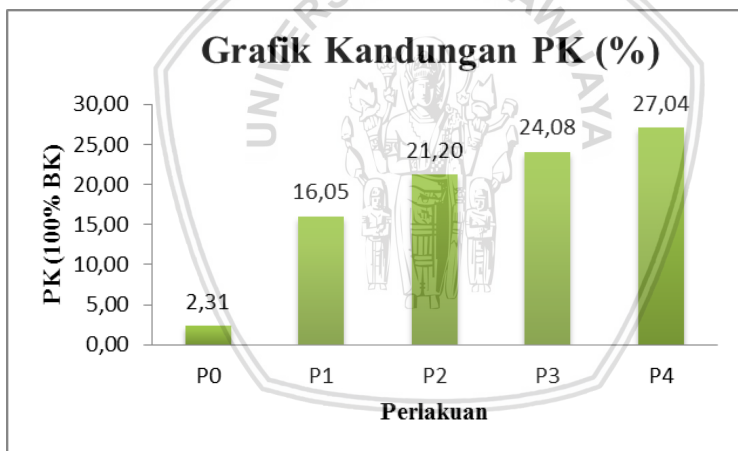
Penurunan bahan organik yang ada dalam ampas putak disebabkan karena adanya perombakan bahan organik oleh *Aspergillus oryzae* sebagai inokulum yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam pertumbuhannya. Menurut Hilakore (2008) menyatakan bahwa selama proses fermentasi akan terjadi kehilangan bahan organik, hal ini karena adanya perombakan bahan organik oleh enzim mikroba untuk memenuhi kebutuhan energi pada pertumbuhan kapang dan akan menghasilkan panas, air dan karbondioksida yang menyebabkan perubahan komposisi bahan. Hal ini juga

didukung oleh pendapat Anggraeny dan Umiyasih (2009) bahwa selama fermentasi mikroba akan mendegradasi senyawa organik dari substrat menjadi molekul yang lebih sederhana maupun menjadi bentuk yang lain seperti air dan energi yang digunakan untuk aktivitas mikroba. Hasil penelitian fermentasi putak menggunakan campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* memperlihatkan bahwa level kultur dan lama fermentasi yang semakin tinggi mengakibatkan semakin banyak kehilangan BK dan BO.

Bahan organik yang tersedia dalam substrat akan dirombak oleh kapang dengan semakin panjangnya waktu fermentasi, sehingga perlakuan P4 (fermentasi 96 jam) memiliki kandungan BO paling rendah yaitu 86,72% dibanding dengan perlakuan P1 (fermentasi 24 jam). Berdasarkan fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* hari pertama merupakan fase adaptasi yang terus mengalami pertumbuhan hingga mencapai fase eksponensial sampai fase stasioner, sehingga perombakan BO oleh enzim mikroba untuk memenuhi kebutuhan energi pada pertumbuhan *Aspergillus oryzae* semakin besar yang menyebabkan nilai kandungan BO ampas putak semakin menurun. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Anggraeny dan Umiyasih (2009) terhadap ampas pati aren pada perlakuan fermentasi pendek (0 jam) memiliki BO yang lebih tinggi yaitu 92,67% dibanding dengan perlakuan fermentasi panjang (24-72 jam) memiliki BO lebih rendah yaitu 89,92%-92,64%. Senyawa organik dari substrat akan didegradasi oleh mikroba menjadi molekul yang lebih sederhana atau menjadi bentuk lain seperti air dan energi untuk kebutuhan aktivitas mikroba.

C. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan protein kasar (PK)

Hasil analisis statistik pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan protein kasar fermentasi ampas putak. Berdasarkan hasil uji Jarak Berganda Duncan, maka diketahui bahwa kandungan protein kasar tertinggi adalah perlakuan P4 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan lainnya dan kandungan protein kasar terendah adalah perlakuan P0. Perlakuan P0 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perlakuan P1, P2, P3 dan P4.



Gambar 12. Grafik kandungan PK (%)

Hasil analisis kandungan protein ampas putak setelah fermentasi mengalami peningkatan dibanding tanpa fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi ampas putak berturut-turut (24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam) kandungan PK semakin meningkat masing-masing (16,05%; 21,20%;

24,08%; dan 27,04%). Peningkatan kandungan PK diduga karena kemampuan kapang yang dapat menghasilkan enzim protease. *Aspergillus oryzae* dikenal sebagai kapang yang paling banyak menghasilkan enzim yaitu α -amylase, α -galaktosidase, glutaminase, protease dan β -glukosidase. Enzim yang paling penting adalah enzim protease dan amylase yang bekerja untuk memecah protein dan amilum dari substrat (Susanti, 2015). Protein kasar yang meningkat dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan protein yang disumbangkan dari sel mikroba akibat pertumbuhannya. Menurut Hastuti dkk., (2011) bahwa semakin lama waktu fermentasi maka kesempatan mikroba untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi semakin meningkat, sehingga jumlah mikroba semakin banyak dan akan menyebabkan peningkatan jumlah protein kasar. Keadaan ini disebabkan karena semakin banyak jumlah mikroba maka produksi enzim protease semakin meningkat. Aktivitas enzim protease menyebabkan protein kompleks yang bersifat tidak larut akan diubah menjadi protein yang bersifat larut dan akan mengalami kenaikan protein. Berdasarkan hasil penelitian Susanti (2015) terhadap fermentasi ampas kelapa menggunakan *Aspergillus oryzae* mampu meningkatkan nilai protein kasar hingga mencapai 8,63% pada waktu fermentasi 96 jam, hal ini karena *Aspergillus oryzae* menghasilkan enzim protease yang mampu mendegradasi protein ampas kelapa menjadi asam amino, sehingga nitrogen terlarut meningkat dan nilai protein akan meningkat.

Faktor lain meningkatnya kandungan PK hingga 13 kali dari nilai kandungan PK perlakuan P0 diduga karena adanya penambahan 3,15 gram (3,15%) urea pada fermentasi,

hal ini akibat adanya urea yang berfungsi sebagai sumber nitrogen (N) dalam proses fermentasi. Menurut Eko dkk (2013) penambahan urea dengan level 0,5% sampai dengan 2% dapat meningkatkan nilai protein kasar 7,67%-10,46%. Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap padatan lumpur organik unit gas bio untuk perlakuan kontrol tanpa penambahan urea menunjukkan PK sebesar 7,67% dan perlakuan penambahan urea dengan level 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% meningkatkan rata-rata PK berturut-turut 8,93%; 9,03%; 9,79%; dan 10,46%. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Miskiyah dkk (2006) bahwa kandungan PK ampas kelapa hasil fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dan penambahan 20 gram urea mengalami peningkatan, ampas kelapa tanpa fermentasi memiliki kandungan PK 11,35% sedangkan setelah difermentasi selama 2 hari mengalami peningkatan sebesar 26,09%. Penambahan urea diketahui mampu meningkatkan kandungan PK secara optimal karena urea mengandung nitrogen sebanyak 42% sampai 45% atau setara dengan PK antara 262-281%. Kadar PK tersebut diperoleh dari amonia di dalam urea yang berperan dalam memuaikan serat selulosa. Pemuaian ini memudahkan penetrasi enzim selulosa dan meningkatkan kandungan PK melalui peresapan nitrogen dalam urea (Eko dkk., 2013).

Kandungan protein kasar ampas putak masih terus bertambah sampai fermentasi hari keempat masing-masing 16,05%; 21,20%; 24,08%; dan 27,04%. Peningkatan pertumbuhan kapang dalam medium menunjukkan meningkatnya kadar protein substrat. Laju pertumbuhan lambat pada level kultur rendah yaitu ditandai dengan kenaikan kadar protein yang masih terus bertambah sampai

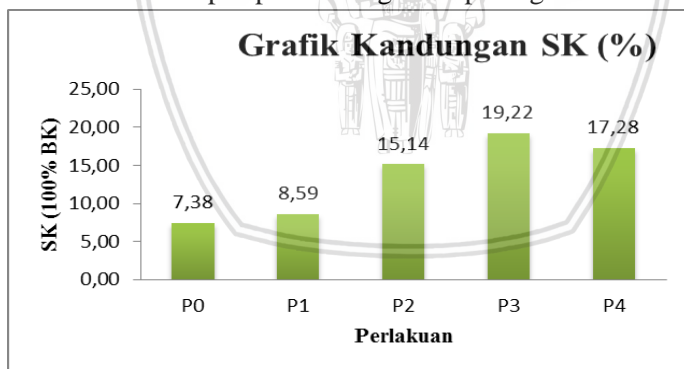
fermentasi hari keempat. Rendahnya tingkat pemanfaatan nutrisi yang tersedia diakibatkan karena rendahnya kepadatan kultur dalam medium, hal ini yang menyebabkan masih terjadinya pertumbuhan kapang sampai hari keempat. Sebaliknya dengan perlakuan kultur level yang cukup tinggi terjadi pertumbuhan yang cukup cepat untuk mencapai fase stasioner yang disebabkan karena ketersediaan nutrisi yang mulai berkurang dan pertumbuhan terhenti karena akumulasi zat-zat metabolik. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Hilakore dkk (2013) terhadap kandungan PK putak fermentasi pada pemberian kultur level rendah dan tinggi. Kandungan PK dengan penambahan level *Trichoderma reesei* 5% pada lama waktu fermentasi 2 hari, 3 hari dan 4 hari masih terus bertambah sampai fermentasi hari keempat (15,60%; 16,45%; dan 17,40%). Kandungan PK dengan penambahan level *Trichoderma reesei* 10% pada lama waktu fermentasi 2 hari, 3 hari dan 4 hari terjadi penambahan yang cukup cepat (19,29%; 20,44%; dan 20,33%).

Nilai tertinggi protein kasar mencapai 27,04% pada waktu fermentasi 96 jam (P4), hal ini karena pada waktu fermentasi 96 jam sesuai kurva pertumbuhan Gambar 4, pertumbuhan *Aspergillus oryzae* berada pada fase puncak yaitu hari ketiga dan keempat fermentasi, pertumbuhan pada fase ini merupakan fase maksimum. Dilihat berdasarkan fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* peningkatan nilai kandungan PK perlakuan P2 terjadi peningkatan 10 kali dari perlakuan P0 dan perlakuan P3 terjadi peningkatan hingga 12 kali dari perlakuan P0. Menurut Sardjono (2008), hari ketiga pada fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* adalah fase eksponensial yang ditandai dengan kenaikan massa sel dari *Aspergillus*

oryzae secara signifikan. Keadaan ini mengidentifikasi bahwa pada range waktu tersebut *Aspergillus oryzae* membelah dengan cepat.

D. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan serat kasar (SK)

Hasil analisis statistik pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan serat kasar fermentasi ampas putak. Hasil uji Jarak Berganda Duncan memberikan hasil bahwa kandungan serat kasar terendah adalah perlakuan P0 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan P4 memiliki kandungan serat kasar tertinggi dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap semua perlakuan. Kandungan serat kasar pada fermentasi ampas putak mengalami peningkatan.



Gambar 13. Grafik kandungan SK (%)

Kandungan SK pada ampas putak tanpa fermentasi (P0) memiliki rata-rata nilai SK terendah yaitu 7,38% dibandingkan dengan ampas putak perlakuan fermentasi 24

jam (P1), 48 jam (P2), 72 jam (P3) dan 96 jam (P4) yang memiliki rata-rata nilai SK sebesar 8,59%; 15,14%; 19,22%; dan 17,28%. Peningkatan nilai SK diduga karena pertumbuhan *Aspergillus oryzae* yang diiringi dengan produksi miselium, hal ini disebabkan oleh pertumbuhan *Aspergillus oryzae* yang ikut menyumbang serat kasar yang berasal dari miselium sehingga semakin banyak massa sel maka semakin tinggi kadar seratnya. Hal ini didukung oleh pendapat Mirwandhono dkk., (2006) bahwa terjadinya peningkatan kandungan SK saat fermentasi disebabkan oleh dinding sel miselia kapang yang mengandung selulosa. Dinding sel kapang selama fermentasi mengalami akumulasi dalam media. Semakin lama waktu fermentasi maka akan menghasilkan pertumbuhan miselium yang lebat. Secara umum pertumbuhan miselium kapang mempengaruhi kandungan SK produk fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian Susanti (2015) terhadap fermentasi ampas kelapa menggunakan kultur *Aspergillus oryzae* mengalami peningkatan nilai SK dengan lama waktu fermentasi 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam memiliki kandungan SK sebesar 7,35%; 9,02%; 8,85%; dan 9,95%.

Peningkatan kandungan SK juga dapat diduga karena faktor rendahnya kandungan SK substrat sebelum difermentasi, diketahui bahwa ampas putak tanpa fermentasi memiliki kandungan SK yang rendah yaitu 7,38% sehingga kondisi ini diduga belum memacu aktifitas enzim selulase dari *Aspergillus oryzae* untuk merombak SK meskipun pertumbuhan biomassa *Aspergillus oryzae* lebih tinggi. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Nurhayati dkk., (2006) bahwa kandungan SK onggok sebelum fermentasi yaitu 14,54% setelah fermentasi mengalami kenaikan kandungan SK sebesar

15,45%, sedangkan pada bungkil inti sawit yang memiliki kandungan SK sebesar 18,50% mengalami penurunan setelah difermentasi yaitu 17,30%. Hal ini juga terjadi pada tempe yang difermentasi. Kandungan serat kasar tempe setelah difermentasi mengalami kenaikan dari 3,70% menjadi 5,85%.

Terjadi penurunan kandungan SK pada fermentasi hari keempat (P4) yaitu sebesar 17,28%, hal ini diduga karena hari keempat pada fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* merupakan fase stasioner yaitu masa dimana laju pertumbuhan bakteri menuju kematian sehingga jumlah bakteri secara keseluruhan tetap. Menurut Sardjono (2008), pada fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* hari keempat merupakan fase stasioner, sehingga ampas putak pada fermentasi 24 jam, 48 jam dan 72 jam mengalami peningkatan kandungan SK dan terjadi penurunan pada fermentasi 96 jam (P4). Sebelum terjadi penurunan pada perlakuan P4 (fermentasi 96 jam) terjadi kenaikan kandungan SK yang cukup tinggi yaitu dua kali dari kandungan SK P0 tanpa fermentasi pada perlakuan P2 (fermentasi 48 jam) sebesar 15,14% dan kenaikan tiga kali dari kandungan SK P0 pada perlakuan P3 (fermentasi 72 jam) sebesar 19,22%. Menurut Sardjono (2008), hari ketiga pada fase pertumbuhan *Aspergillus oryzae* adalah fase eksponensial yang ditandai dengan kenaikan massa sel dari *Aspergillus oryzae* secara signifikan. Keadaan ini mengidentifikasikan bahwa pada jarak waktu tersebut *Aspergillus oryzae* membelah dengan cepat. Hal ini didukung oleh pendapat Nurhayati dkk (2006) bahwa pertumbuhan sel kapang yang lebih aktif akan mengakibatkan kenaikan kandungan SK dinding sel kapang. Bahkan pertumbuhan biomasa kapang yang tinggi dapat meningkatkan kandungan SK.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1 Kesimpulan

1. Lama fermentasi pada ampas putak menggunakan *Aspergillus oryzae* 0,9% dapat meningkatkan kualitas fisik. Perlakuan P4 (fermentasi 96 jam) menunjukkan hasil terbaik dengan nilai pH 5,06, warna coklat kehijauan, aroma apek dan tekstur lunak.
2. Lama fermentasi pada ampas putak menggunakan *Aspergillus oryzae* 0,9% dapat meningkatkan kandungan nutrien. Perlakuan P4 (fermentasi 96 jam) menunjukkan hasil terbaik dengan kandungan BK 27,75%, BO 86,72%, PK 27,04% dan SK 17,28%.

5. 2 Saran

Saran penelitian adalah untuk fermentasi ampas putak dengan *Aspergillus oryzae* 0,9% menjadi rekomendasi pakan ternak ruminansia karena ditinjau dari kandungan PK dan SK yang tinggi. Kedepannya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pencernaan secara *in vitro*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhadi. L. O, Santini. F. J and Gagliostro. G. A. 2005. Corn Silage or High Moisture Corn Supplements for Beef Heifers Grazing Temperate Pastures: Effects on Performance, Ruminal Fermentation and In Situ Pasture Digestion. *Animal Feed Science and Technology* 118: 63-78.
- Ade. F. Y. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur-Jamur Pendegradasi Amilosa pada Empelur Tanaman Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.). *Jurnal Ilmiah Edu Research* 2 (1): 27-34.
- Andarti. I. Y dan Wardani. A. K. 2015. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia, Mikrobiologi, dan Organoleptik *Miso* Kedelai Hitam (*Glycine max* (L)). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (3): 889-898.
- Anggraeny. Y. N dan Umiyasih. U. 2009. Pengaruh Fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Kandungan Nutrisi dan Kecernaan Ampas Pati Aren (*Arenga pinnata* MERR.). *seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 256-262.
- Anonimous. 2017. Manfaatkan Isi Batang Pohon Gwang, Dosen Undana Peroleh Gelar Doktor di Fapet UB. <http://fapet.ub.ac.id/manfaatkan-isi-batang-pohon-gwang-dosen-undana-peroleh-gelar-doktor-di-fapet-ub/>.
- AOAC. 2005. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Banyamin Franklin Statuon. Washington D.C.

- Azizah. N, Al-Baarri. A. N, dan Mulyani. S. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 1 (2): 72-77.
- Cakra. I. G. L. O dan Siti. N. W. 2008. Koefisien Cerna Bahan Kering dan Nutrien Ransum Kambing Peranakan Etawah yang Diberi Hijauan Dengan Suplementasi Konsentrat Molamik. *Majalah Ilmiah Peternakan* 11 (1): 12-17.
- Eko. D. P, Junus. M dan Nasich. M. 2013. Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Padatan Lumpur Organik Unit Gas Bio. <http://fapet.ub.ac.id/wp-content/uploads/2013/04/>
- Fatimah. N dan Agustini. R. 2016. Perbandingan Kualitas *Yeast Hydrolysate Enzymatic* (YHE) dalam Variasi Media Fermentasi. *Journal of Chemistry* 5 (1): 67-76.
- Fransistika. R, Idiawati. N, dan Destiarti. L. 2012. Pengaruh Waktu Fermentasi Campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* Terhadap Kandungan Protein dan Serat Kasar Ampas Sagu. *JKK* 1 (1): 35-39.
- Fuah. A. M dan Pattie. W. A. 2014. The Response of Local and *Verenigde Deutch Lanvarken* Pigs to *Corypha gebanga* Feeding Supplementation. *Jurnal Veteriner* 15 (4): 557-563.

- Gandjar. I, Sjamsuridzal. W dan Oetari. A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Obor Indonesia. Jakarta .
- Ginting. S. P dan Krisnan. R. 2006. Pengaruh Fermentasi Menggunakan Beberapa Strain *Trichoderma* dan Masa Fermentasi Berbeda Terhadap Komposisi Kimiawi Bungkil Inti Sawit. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.
- Gozan. M, Samsuri. M, Siti. F. H, Bambang. P, dan Nasikin. M. 2007. Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Ethanol Menggunakan Enzim Selulase dan Enzim Sellobiase. *Jurnal Teknologi* 3 (21):209-215.
- Hastuti. D, Nur. S. A, dan Iskandar. B. M. 2011. Pengaruh Perlakuan Teknologi Amofer (Amoniasi Fermentasi) Pada Limbah Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Pakan Berkualitas Ternak Ruminansia. *MEDIAGRO* 7(1): 55-65.
- Herliani, Sulaiman. A dan Rahman. Z. 2014. Kualitas Nutrisi dan Fisik Dedak Padi yang Difermentasi dengan Menggunakan Ragi Tape Sebagai Bahan Pakan Itik Alabio. *Agroscientiae* 21 (1): 37-41.
- Hidayat. N. 2014. Karakteristik dan Kualitas Silase Rumput Raja Menggunakan Berbagai Sumber dan Tingkat Penambahan Karbohidrat *Fermentable*. *Agripet* 14 (1): 42-49.
- Hilakore. M. A. 2008. Peningkatan Kualitas Nutritif Putak Melalui Fermentasi Campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* Sebagai Pakan Ruminansia. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Hilakore. M. A, Suryahadi, Wiryawan. K, dan Mangunwijaya. D. 2013. Peningkatan Kadar Protein *Putak* melalui Fermentasi oleh Kapang *Trichordema reesei*. *Jurnal Veteriner* 14 (2): 250-254.
- Irianingrum. R. 2009. Kandungan Asam Fitat dan Kualitas Dedak Padi yang Disimpan Dalam Keadaan Anaerob. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Islamiyati. R, Jamila, dan Hidayat. A. R. 2010. Nilai Nutrisi Ampas Tahu yang Difermentasi dengan Berbagai Level Ragi Tempe. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.
- Jayanti. D, Wuryanti dan Taslimah. 2013. Isolasi, Karakterisasi, dan Amobilisasi α -Amilase dari *Aspergillus oryzae* FNCC 6004. *Chem Info* 1 (1): 76-84.
- Julendra. H, Damayanti. E, Sofyan. A dan Febrisiantosa. A. 2007. Karakteristik Fisiko-Kimia dan Mikrobiologis Pakan Berbahan Dasar Onggok Fermentasi Selama Penyimpanan. *J. Sains MIPA* 13 (1): 1-5.
- Kurnianingtyas. I. B, Pandansari. P. R, Astuti. I, Widyawati. S. D dan Suprayogi. 2012. Pengaruh Macam Ekselator Terhadap Kualitas Fisik, Kimiawi dan Biologis Silase Rumpuk Kolonjoro. *Jurnal Tropical Animal Husbandry* 1 (1): 7-14.
- Kurniawan. H, Utomo. R dan Yusiati. L. M. 2016. Kualitas Nutrisi Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Fermentasi Menggunakan *Aspergillus niger*. *Buletin Peternakan* 40 (1): 26-33.

- Lamid. M, Ismudiono, Koesnoto, Chusniati. S dan Vania. 2012. Karakteristik Silase Pucuk Tebu (*Saccharum officinarum*, Linn) dengan Penambahan *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Agroveteriner* 1 (1): 1-10.
- Lestari. S. 2001. Pengaruh Kadar Ampas Tahu yang Difermentasi Terhadap Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lestari. M. S. 2009. Penerapan Teknologi Pengolahan Sagu Rakyat di Kabupaten Jayapura Papua. *Jurnal Ilmiah Tambua* 8 (3): 440-445.
- Malvianie. E, Pratama. Y dan Salafudin. 2014. Fermentasi Sampah Buah Na- nas Menggunakan Sistem Kontinu dengan Bantuan Bakteri *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Institut Teknologi Nasional* 1 (2): 1-11.
- Martaguri. I, Mirnawati dan Muis. H. 2011. Peningkatan Kualitas Ampas Sagu Melalui Fermentasi Sebagai Bahan Pakan Ternak. *Jurnal Peternakan* 8 (1): 38-43.
- Mirwandhono. E, Bachari. I dan Situmorang. D. 2006. Uji Nilai Nutrisi Ubi Kayu yang Difermentasi dengan *Aspergillus niger*. *Jurnal Agribisnis Peternakan* 2 (1): 91-96.
- Miskiyah, Mulyawati. I dan Haliza. W. 2006. Pemanfaatan Ampas Kelapa Limbah pengolahan Minyak Kelapa Murni Menjadi Pakan. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.

- Mursyid. A. W. M dan Zuprizal. 2005. Fermentasi Substrat Padat Pada Onggok Dengan *Aspergillus oryzae*: Evaluasi Kandungan Protein dan Asam Amino, Kecernaan dan Ketersediaan Energi Pada Ayam Broiler. *Buletin Peternakan* 29 (2): 71-78.
- Nasrun, Jalaluddin, dan Mahfuddhah. 2015. Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 4 (2): 1-10.
- Nurhayati, Sjoifan O dan Koentjoko. 2006. Kualitas Nutrisi Campuran Bungkil Inti Sawit dan Onggok Yang Difermentasi Menggunakan *Aspergillus niger*. *J. Indon. Trop. Anim. Agric* 31 (3): 172-178.
- Oramahi. H. A. 2006. Identifikasi Jamur Genus *Aspergillus* Pada Gaplek Di Kabupaten Gunung Kidul. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 12 (1): 25-32.
- Rahma. R. A, Widjanarko. S. B, Sunaryanto. R, dan Yunianta. 2015. Optimasi Media Fermentasi *Aspergillus oryzae*, Penghasil Antijamur Patogen Buah Kakao *Phytophthora palmivora*. *AGRITECH* 35 (3): 315-323.
- Rank. C, Klejnstrup. M. L, Petersen. L. M, Kildgaard. S, Frisvad. J. C, Gotfredsen. C. H, and Larsen. T. O. 2012. Comparative Chemistry of *Aspergillus oryzae* (RIB40) and *A. flavus* (NRRL 3357). *Metabolites* 2: 39-56.
- Ridla. M, Ramli. N, Abdullah. L and Toharmat. T. 2007. Milk Yield Quality and Satety of Dairy Cale Fed Silage Composed of Organic Components of Garbage. *J. ferment. Bioeng* 77:572-574.

- Ridla. M, Mulik. Y. M, Prihantoro. I, dan Mullik. M. L. 2016. Penurunan Total Tanin Silase Semak Bunga Putih (*Chromolaena odorata*) dengan Aditif Tepung Putak (*Coryphaelata robx*) dan Isi Rumen Sapi. *Buletin Peternakan* 40 (3): 165-169.
- Rihadini. R. A, Mukodiningsih. S dan Sumarsih. S. 2017. Kualitas Fisik Organoleptik Limbah Tauge Kacang Hijau Yang Difermentasi Menggunakan *Trichoderma harzianum* dengan Level Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 5 (2): 28-32.
- Rohmawati. D, Djunaidi. I. H, dan Widodo. E. 2015. Nilai Nutrisi Tepung Kulit Ari Kedelai dengan Level Inokulum Ragi Tape dan Waktu Fermentasi Berbeda. *J. Ternak Tropika* 16 (1): 30-33.
- Sanchez. P. C. 2008. *Philippine Fermented Foods*. The University of the Philippines Press. Quezon.
- Sardjono. 2008. Kinetika Pertumbuhan *Aspergillus oryzae* KKB4 pada Substrat Padat Serta Aktivitas Enzim Kasar Ekstraseluler untuk Mereduksi Aflatoksin B₁. *AGRITECH* 28 (4): 145-149.
- Sariri. A. K, Soegiarti. A dan Sugiyanto. 2011. Peningkatan Nutrien Silage *Pennisetum purpureum* dengan Penambahan Berbagai Konsentrat Asam Formiat. *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Slamet. D. S dan Ganjar. I. 1972. Pengaruh *Rhizopus oryzae* dan *Aspergillus oryzae* Terhadap Kualitas Kecap. *Penelitian Gizi dan Makanan* 2 : 88-99.

- Soares. D. 2018. Pengaruh Jenis Inokulum *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae* dan Lama Fermentasi Terhadap Komposisi Nutrisi Ampas Putak (*Corypha gebanga*) dan Aplikasinya Sebagai Pakan Ayam Pedaging. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Steel. R. G dan Torrie. J. H. 2003. *Prinsip dan Prosedur Statistik, suatu Pendekatan Geometri*. Gramedia. Jakarta.
- Sukardi, Hindun. M. P dan Hidayat. N. 2012. Optimasi Penurunan Kandungan Oligosakarida Pada Pembuatan Tepung Ubijalar dengan Cara Fermentasi. *Kandungan Oligosakarida Tepung Ubijalar*.
- Sukma. L. N, Zackiyah dan Gumilar. G. G. 2010. Pengkayaan Asam Lemak Tak Jenuh pada Bekatul dengan Cara Fermentasi Padat Menggunakan *Aspergillus terreus*. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia* 1 (1): 66-72.
- Susanti. E. D. 2015. Nilai Zat Makanan Hasil Fermentasi Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Menggunakan *Aspergillus oryzae* dengan Waktu Fermentasi yang Berbeda. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Tabun. A. C, Toelle. N. N, Sir. R. W, dan Penu. C. L. 2016. Pemanfaatan Jerami Padi dan Putak Sebagai Pakan Induk Sapi Bali Di Kelompok Tani Kuinbes. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Peternakan* 1 (1): 32-39.
- Umela. S. 2016. Fermentasi Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*) Sebagai Bahan Pakan Ternak. *Jtech* 4 (2): 107-115.

- Widayat dan Satriadi. H. 2005. Pemanfaatan Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kecap Dengan Kapang *Aspergillus oryzae*. *Reaktor* 9 (2): 94-99.
- Widyasaputra. R dan Yuwono. S. S. 2013. Pengaruh Fermentasi Alami Chips Terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L*) Terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1 (1): 78-89.
- Winarno. F. G dan Fardiaz. D. 2000. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Winarno. F. G. 2004. *Kimia pangan dan Gizi*. Gramedia Utama. Jakarta.
- Yumas. M dan Rosniati. 2014. Pengaruh Konsentrasi Starter dan Lama Fermentasi Pulp Kakao Terhadap Konsentrasi Etanol. Balai Besar Industri Hasil Perkebunan. Makasar.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengukuran pH (AOAC, 2005)

Prinsip:

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Standarisasi pH meter dengan menggunakan larutan *buffer* pH 4 kemudian *buffer* pH 7.

Alat dan Bahan:

Alat:

1. pH meter
2. Kertas tissue
3. *Beaker glass*

Bahan:

1. Larutan *buffer* dengan nilai pH 4 dan pH 7
2. Aduadest 50 ml

Prosedur:

1. Ditimbang 10 gram sampel dan dilarutkan dalam 50 ml aquadest dalam gelas beker.
2. Ditambahkan aquadest hingga 100 ml kemudian diaduk hingga merata.
3. Larutan diukur pH nya dengan pH meter yang sudah distandarisasi. Standarisasi pH meter dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer* pH 4 kemudian *buffer* pH 7. Elektroda dibilas dengan aquadest kemudian dimasukkan dalam larutan sampel.
4. Angka yang muncul pada pH meter dicatat.
5. Elektroda diangkat dari larutan sampel dan dibilas dengan aquadest, lalu dikeringkan dengan kertas tissue. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali (triplo).

Lampiran 2. Prosedur Penentuan Kadar Bahan Kering(AOAC, 2005)

A. Bahan Kering Udara (60°C)

Alat dan Bahan:

Alat:

1. Loyang
2. Oven 60°C
3. Timbangan

Bahan:

Tidak ada reagen

Prosedur:

1. Loyang kosong ditimbang (berat A).
2. Sampel fermentasi dimasukkan ke dalam loyang kemudian ditimbang (berat B).
3. Sampel dan loyang dimasukkan ke dalam oven 60°C selama 24 jam.
4. Sampel diambil dan didiamkan hingga dingin kurang lebih 1 jam, kemudian ditimbang (berat C).

Perhitungan :

$$\text{BK Udara} = \frac{B-A}{C-A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat loyang (g)

B = sampel dan sampel sebelum dioven 60°C (g)

C = sampel dan sampel setelah dioven 60°C (g)

B. Bahan Kering (105°)

Prinsip:

Pada pemanasan 105°C, air yang terkandung dalam suatu bahan pakan akan menguap seluruhnya. Bahan yang tertinggal setelah penguapan air disebut bahan kering.

Alat dan Bahan:

Alat:

4. Cawan porselin atau aldisk
5. Oven 105°C
6. Eksikator (*silica gel biro*)
7. Penjepit
8. Timbangan analitis

Bahan:

Tidak ada reagen

Prosedur:

1. Cawan porselin dimasukkan ke dalam oven 105°C selama 1 jam.
2. Cawan diambil dan dimasukkan ke dalam eksikator (menggunakan tang penjepit) selama 1 jam dan ditimbang (berat A).
3. Sampel sebanyak ± 3 gram dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang (berat B). Cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven 105°C selama 4 jam.
4. Cawan diambil, dimasukkan ke dalam eksikator selama 1 jam dan ditimbang (berat C).

Perhitungan :

$$\text{Bahan Kering (105oC)} = \frac{(C-A)}{(B-A)} \times 100\%$$

$$\text{Bahan Kering} = \frac{\text{BK udara} \times \text{BK105oC}}{100}$$

Keterangan :

A = berat cawan (g)

B = cawan dan sampel sebelum dioven 105°C (g)

C = cawan dan sampel setelah dioven 105°C (g)

Lampiran 3. Prosedur Penentuan Kadar Bahan Organik(AOAC, 2005)

Prinsip:

Seluruh bahan organik pada bahan akan terbakar habis bila dipanaskan dengan suhu 550-600°C dan bahan yang tertinggal disebut abu.

Alat dan Bahan:

Alat:

1. Tanur 550-600°C
2. Eksikator
3. Cawan porselin
4. Timbangan analitis
5. Penjepit

Bahan:

Tidak ada reagen

Prosedur:

1. Cawan porselin dimasukkan ke dalam tanur 550-600°C selama 1 jam.
2. Cawan porselin diambil dari tanur dan dimasukkan ke dalam eksikator selama 1 jam.
3. Cawan porselin ditimbang (berat A)
4. Ditimbang sampel sebanyak 3-5 gram (berat B). Kemudian sampel dimasukkan ke dalam cawan porselin.
5. Dimasukkan cawan porselin dan sampel ke dalam tanur 550-600°C sampai sampel berwarna putih dan beratnya konstan.
6. Dikeluarkan cawan dan sampel dari tanur dan dimasukkan ke dalam eksikator selama 1 jam, kemudian ditimbang (berat C).

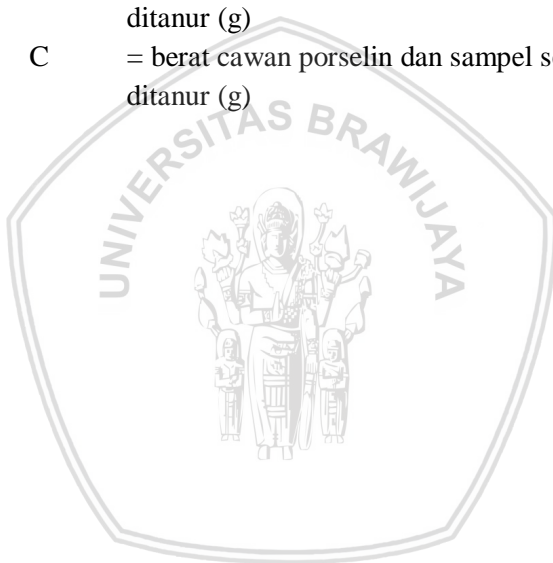
Perhitungan :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(C - A)}{(B - A)} \times 100\%$$

$$\text{Bahan Organik} = 100\% - \% \text{ Abu}$$

Keterangan :

- A = berat cawan porselin (g)
B = berat cawan porselin dan sampel sebelum ditanur (g)
C = berat cawan porselin dan sampel setelah ditanur (g)



Lampiran 4. Prosedur Penentuan Kadar Protein Kasar (AOAC, 2005)

Prinsip:

Asam sulfat pekat dengan katalisator dapat memecah ikatan N organik dalam bahan makanan menjadi ammonium sulfat, kecuali ikatan $N=N$, NO , NO_2 . Ammonium sulfat dalam suasana basa akan melepaskan NH_3 yang kemudian disuling (destilasi). Hasil destilasi ditampung dalam *beaker glass* yang berisi H_2SO_4 0,1 N yang telah diberi indikator campuran. Setelah selesai destilasi larutan penampung di titrasi dengan $NaOH$ 0,1 N sampai warna berubah.

Alat dan Bahan:

Alat:

1. Timbangan analitis
2. Labu kjeldahl 50 ml
3. Gelas ukur 5 ml
4. Erlenmeyer 300 ml
5. Penjepit
6. *Beaker glass* 300 ml
7. Alat destilasi
8. Pipet volume 25 ml
9. Buret 50 ml

Bahan:

1. H_2SO_4 pekat (95-97%)
2. Aquadest
3. $NaOH$ 40%
4. Katalisator yang terdiri atas campuran *Sodium Sulphate*, *Copper (II) Sulphate*, *Selenium* dan *Polymer of Ethylene Glycol*
5. H_2SO_4 0,1 N

6. Indikator (2 gram *methyl red*+*methyl blue* per liter etanol 96%)
7. NaOH 0,1 N
8. Batu didih

Prosedur:

Destruksi

1. Ditimbang kertas minyak, misal berat A gram.
2. Ditimbang sampel kira-kira 0,3 gram untuk bahan yang mengandung protein rendah atau 0,2 gram untuk bahan yang mengandung protein tinggi, dituangkan dalam kertas minyak dan ditimbang kembali, misal beratnya B gram.
3. Dimasukkan sampel (tidak dengan kertas minyak) ke dalam labu kjeldahl.
4. Ditambahkan 1,4 gram katalisator dan batu didih.
5. Ditambahkan 5 ml H_2SO_4 pekat (di dalam lemari asam) dengan menggunakan dispenser.
6. Didestruksi sampai warna menjadi hijau jernih. (40-45 menit).
7. Dibiarkan menjadi dingin.
8. Ditambahkan 60 ml aquadest (dibagi 4 kali).
9. Dikocok dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 300 ml.

Destilasi

1. Diambil *beaker glass* 300 ml.
2. Diisi dengan H_2SO_4 0,1 N sebanyak 25 ml dengan menggunakan dispenser.
3. Ditambahkan 3 tetes indikator mix, warna menjadi ungu.
4. Diletakkan *beaker glass* dibawah ujung alat destilasi (ujung alat destilasi harus masuk ke dalam cairan penampung, agar tidak ada NH_3 yang hilang).

5. Hasil destruksi dalam erlenmeyer ditambahkan 20 ml NaOH 40%. Kemudian segera dipasang alat destilasi (agar tidak ada NH_3 yang hilang).
6. Selama destilasi warna tetap ungu. Destilasi selesai apabila larutan di dalam erlenmeyer 300 ml mulai mendidih tidak lancar lagi.

Titration

1. *Beaker glass* yang berisi hasil sulingan dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai warna berubah menjadi hijau jernih. Misal jumlah NaOH untuk titrasi C ml.
2. Dibuat blanko, dilakukan hal yang sama namun tidak menggunakan sampel. Misal untuk titrasi memerlukan D ml NaOH 0,1 N.

Perhitungan :

$$\text{Protein Kasar} = \frac{(D - C) \times N (\text{NaOH}) \times 0,014 \times 6,25}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat kertas minyak (g)

B = berat kertas minyak dan sampel (g)

C = jumlah NaOH untuk titrasi sampel (ml)

D = jumlah NaOH untuk titrasi blanko (ml)

N NaOH = normalitas NaOH (0,1 N)

0,014 = berat molekul Nitrogen

6,25 = faktor konfersi kandungan N dalam protein
(16% N)

Lampiran 5. Prosedur Penentuan Kadar Serat Kasar (AOAC, 2005)

Prinsip:

Serat kasar adalah suatu indikator dari daya cerna dan bulkiness dari suatu bahan. Serat kasar merupakan senyawa yang tidak larut jika direbus berturut-turut dalam larutan H_2SO_4 0,3 N selama 30 menit dan NaOH 1,5 N selama 25 menit.

Alat dan Bahan:

Alat:

1. Timbangan analitis
2. *Beaker glass* khusus untuk serat kasar
3. Penjepit
4. Pemanas
5. *Filtercrucible*
6. Oven 140°C
7. Tanur $550\text{-}600^\circ\text{C}$
8. Eksikator (*silica gel biro*)

Bahan:

1. H_2SO_4 0,3 N
2. *Ethylene Diamine Tetra Asetic Acid Disodium Salt Dihydrate* (EDTA)
3. HCl 0,3 N
4. NaOH 1,5 N
5. *Aquades* panas
6. *Aceton*
7. Pasir bersih dan batu didih

Prosedur:

1. Kertas minyak ditimbang (berat A). Diambil sampel kira-kira 1 g ditelakkan diatas kertas minyak dan

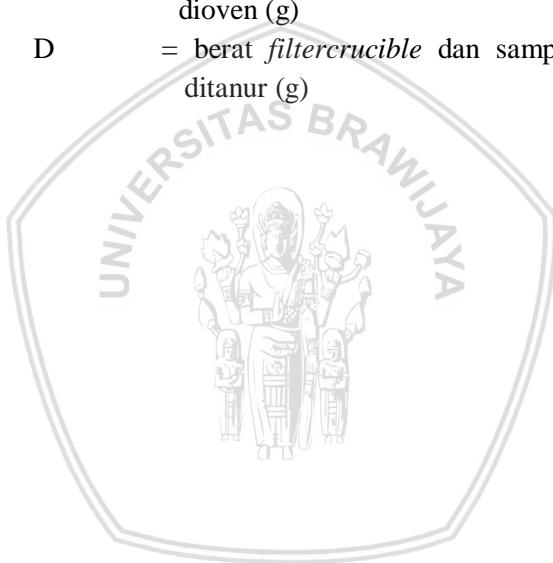
- ditimbang kembali (berat B). Dituangkan sampel (kertas minyak tidak diikuti) dalam *beaker glass* khusus untuk analisa serat kasar dan ditambahkan H_2SO_4 0,3 N sebanyak 50 ml dengan menggunakan gelas ukur, dididihkan selama 30 menit.
2. Selanjutnya dengan cepat ditambahkan 25 ml NaOH 1,5 N dan dididihkan kembali selama 25 menit.
 3. Degan cepat pula ditambah 0,5 g EDTA kemudian dididihkan kembali selama 5 menit.
 4. Dimatikan tombol pemanas, diambil *beaker glass*.
 5. Disaring dengan *filtercrucible* diameter 1mm.
 6. Dibersihkan *beaker glass* dengan aquadest panas sedikit mungkin sampai semua larutan masuk ke *filtercrucible*.
 7. Ditambahakan 50 ml HCl 0,3 N dan didiamkan selama 1 menit kemudian dihisap dengan pompa vacuum.
 8. Ditambah dengan 10 ml aquadest panas (sampai 5 kali).
 9. Ditambahkan kembali 40 ml aceton, didiamkan 1 menit kemudian dihisap sampai kering.
 10. *Filtercrucible* dan sampel dioven pada suhu 105°C selama 1,5 jam, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 1 jam dan ditimbang (berat C).
 11. *Filtercrucible* dan sampeldimasukkan ke dalam tanur $550-600^\circ\text{C}$ selama 2 jam, dikeluarkan dengan tang penjepit dan dimasukkan kembali ke dalam eksikator, didiamkan selama 1 jam dan ditimbang (berat D)

Perhitungan :

$$\text{Serat Kasar} = \frac{C - D}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

- A = berat kertas minyak (g)
B = berat kertas minyak dan sampel (g)
C = berat *filtercrucible* dan sampel setelah dioven (g)
D = berat *filtercrucible* dan sampel setelah ditanur (g)



Lampiran 6. Analisis Statistik Rancangan Acak Lengkap (RAL) Kualitas Fisik

A. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) nilai pH

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	U5	Total	Rata-rata	SD
P0	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	35,00	7,00	0,00
P1	5,60	5,50	5,50	5,50	5,60	27,70	5,54	0,05
P2	4,80	4,40	4,40	4,30	4,40	22,30	4,46	0,19
P3	5,20	4,60	4,50	4,30	4,80	23,40	4,68	0,34
P4	5,70	4,90	4,80	4,50	5,40	25,30	5,06	0,48
Total	28,30	26,40	26,20	25,60	27,20	133,70		

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(133,70)^2}{5 \times 5}$$

$$= 715,03$$

$$JK_{Total} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (7,00^2 + 7,00^2 + \dots + 5,40^2) - 715,028$$

$$= 21,98$$

$$JK_{Perlakuan} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \frac{((35,00^2) + (27,70^2) + \dots + (25,30^2))}{5} - 715,028$$

$$= 20,42$$

$$JK_{Galat} = JKT - JKP$$

$$= 21,98 - 20,42$$

$$= 1,56$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	20,42	5,10	65,28	2,78	4,22
Galat	20	1,56	0,08	Berbeda Sangat Nyata		
Total	24	21,98	5,18			

Kesimpulan : $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,08}{5}} \\
 &= 0,056
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	4,024	4,197	4,312	4,395
Nilai JNT 1%	0,225	0,235	0,241	0,246

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P2	4,46	a
P3	4,68	a
P4	5,06	b
P1	5,54	c
P0	7,00	d

B. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) nilai warna

$$\mathbf{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(634)^2}{5 \times 5}$$

$$= 1607,82$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK}$$

$$= (4,00^2 + 4,00^2 + \dots + 1,00^2) - 1607,82$$

$$= 228,18$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK}$$

$$= \frac{((200^2) + (134^2) + \dots + (80^2))}{5} - 1607,82$$

$$= 184,46$$

$$\mathbf{JK}_{\text{P-T}} = \left\{ \left(\frac{(\sum y_{..})^2}{5} \right) - \left(\frac{\sum y^2}{50} \right) + \dots + \left(\frac{(\sum i_{..})^2}{5} \right) - \left(\frac{\sum i^2}{50} \right) \right\}$$

$$= \left\{ \left(\frac{(20 + \dots + 20)^2}{5} \right) - \left(\frac{200^2}{50} \right) + \dots + \left(\frac{(9 + \dots + 8)^2}{5} \right) - \left(\frac{80^2}{50} \right) \right\}$$

$$= 22,92$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Galat}} = \mathbf{JK}_T - \mathbf{JK}_P - \mathbf{JK}_{\text{P-T}}$$

$$= 228,18 - 184,46 - 22,92$$

$$= 20,80$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	184,46	46,11	523,22	2,41	6,42
P-T	9	22,92	2,55	28,89	1,92	2,48
Galat	236	20,80	0,09	Berbeda Sangat Nyata		
Total	249	228,18				

Kesimpulan : $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai warna

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,09}{5}} \\
 &= 0,042
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	3,672	3,827	3,932	4,011
Nilai JNT 1%	0,154	0,161	0,165	0,168

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P4	1,60	a
P3	1,74	a
P2	2,66	b
P1	2,68	d
P0	4,00	d

C. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) nilai aroma

$$\mathbf{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(578)^2}{5 \times 5}$$

$$= 1336,34$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK}$$

$$= (1,00^2 + 1,00^2 + \dots + 2,00^2) - 1336,34$$

$$= 205,66$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK}$$

$$= \frac{((50^2) + (149^2) + \dots + (104^2))}{5} - 1336,34$$

$$= 134,66$$

$$\mathbf{JK}_{\text{P-T}} = \left\{ \left(\frac{(\sum y_{..})^2}{5} \right) - \left(\frac{\sum y^2}{50} \right) + \dots + \left(\frac{(\sum i_{..})^2}{5} \right) - \left(\frac{\sum i^2}{50} \right) \right\}$$

$$= \left\{ \left(\frac{(5+..+5)^2}{5} \right) - \left(\frac{50^2}{50} \right) + \dots + \left(\frac{(10+..+10)^2}{5} \right) - \left(\frac{104^2}{50} \right) \right\}$$

$$= 47,80$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Galat}} = \mathbf{JK}_T - \mathbf{JK}_P - \mathbf{JK}_{\text{P-T}}$$

$$= 205,66 - 134,66 - 47,80$$

$$= 23,20$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	134,66	33,67	342,46	2,41	6,42
P-T	9	47,80	5,31	54,03	1,92	2,48
Galat	236	23,20	0,10	Berbeda Sangat Nyata		
Total	249	205,66				

Kesimpulan : $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai aroma

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,10}{5}} \\
 &= 0,045
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	3,672	3,827	3,932	4,011
Nilai JNT 1%	0,166	0,173	0,177	0,181

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	1,00	a
P4	2,08	b
P3	2,54	c
P2	2,96	d
P1	2,98	d

D. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) nilai tekstur

$$\mathbf{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(732)^2}{5 \times 5}$$

$$= 2143,30$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK}$$

$$= (1,00^2 + 1,00^2 + \dots + 4,00^2) - 2143,30$$

$$= 288,70$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK}$$

$$= \frac{((50^2) + (150^2) + \dots + (182^2))}{5} - 2143,30$$

$$= 245,62$$

$$\mathbf{JK}_{\text{P-T}} = \left\{ \left(\frac{(\sum y..)^2}{5} \right) - \left(\frac{\sum y^2}{50} \right) + \dots + \left(\frac{(\sum i..)^2}{5} \right) - \left(\frac{\sum i^2}{50} \right) \right\}$$

$$= \left\{ \left(\frac{(5+..+5)^2}{5} \right) - \left(\frac{50^2}{50} \right) + \dots + \left(\frac{(18+..+20)^2}{5} \right) - \left(\frac{182^2}{50} \right) \right\}$$

$$= 27,48$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Galat}} = \mathbf{JK}_T - \mathbf{JK}_P - \mathbf{JK}_G$$

$$= 288,70 - 245,62 - 27,48$$

$$= 15,60$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	245,62	61,41	928,96	2,41	6,42
P-T	9	27,48	3,05	46,19	1,92	2,48
Galat	236	15,60	0,07			
Total	249	288,70				

Berbeda Sangat Nyata

Kesimpulan : $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai tekstur

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,07}{5}} \\
 &= 0,036
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	3,672	3,827	3,932	4,011
Nilai JNT 1%	0,134	0,139	0,143	0,146

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	1,00	a
P4	3,00	b
P3	3,38	c
P2	3,62	d
P1	3,68	d

Lampiran 7. Analisis Statistik Rancangan Acak Lengkap (RAL) Kualitas Kimia

A. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) bahan kering (BK)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata	SD
	1	2	3	4	5			
P0	87,14	87,09	87,33	87,36	87,54	436,46	87,29	0,18
P1	45,98	46,09	46,54	46,43	45,86	230,90	46,18	0,29
P2	38,89	38,30	38,46	38,24	38,31	192,20	38,44	0,26
P3	33,40	32,64	33,49	33,11	32,65	165,29	33,06	0,40
P4	27,67	27,50	27,91	27,45	28,24	138,77	27,75	0,32
Total						1163,62	232,72	

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(1163,62)^2}{5 \times 5}$$

$$= 54160,42$$

$$JK_{Total} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (87,14^2 + 87,09^2 + \dots + 28,24^2) - 54160,42$$

$$= 11307,56$$

$$JK_{Perlakuan} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \frac{((436,46^2) + (230,90^2) + \dots + (138,77^2))}{5} - 54160,42$$

$$= 11305,75$$

$$JK_{Galat} = JKT - JKP$$

$$= 11307,56 - 11305,75 = 1,81$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	11305,75	2826,44	31273,46	2,87	4,43
Error	20	1,81	0,09	Berbeda Sangat Nyata		
Total	24	11307,56	471,15			

Kesimpulan : $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan bahan kering (BK)

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,09}{5}} \\
 &= 0,134
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	4,024	4,197	4,312	4,395
Nilai JNT 1%	0,541	0,564	0,580	0,591

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P4	27,75	a
P3	33,06	b
P2	38,44	c
P1	46,18	d
P0	87,29	e

B. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) bahan organik (BO)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata	SD
	1	2	3	4	5			
P0	94,93	94,83	94,67	94,75	94,45	473,63	94,73	0,18
P1	92,08	92,56	92,63	92,41	92,56	462,23	92,45	0,22
P2	89,95	90,10	89,98	89,76	89,78	449,57	89,91	0,14
P3	88,57	88,32	88,11	88,24	87,72	440,97	88,19	0,31
P4	86,60	86,71	87,15	86,75	86,36	433,58	86,72	0,29
Total						2259,98	452,00	

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(2259,98)^2}{5 \times 5}$$

$$= 204300,37$$

JK_{Total}

$$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (94,93^2 + 94,83^2 + \dots + 86,36^2) - 204300,37$$

$$= 209,05$$

JK_{Perlakuan}

$$= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \frac{((473,63^2) + (462,23^2) + \dots + (433,58^2))}{5} - 204300,37$$

$$= 207,93$$

JK_{Galat}

$$= JKT - JKP$$

$$= 209,05 - 207,93$$

$$= 1,12$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	207,93	51,98	927,24	2,87	4,43
Galat	20	1,12	0,06	Berbeda Sangat Nyata		
Total	24	209,05	8,71			

Kesimpulan : $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan bahan organik (BO)

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,06}{5}} \\
 &= 0,106
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	4,024	4,197	4,312	4,395
Nilai JNT 1%	0,426	0,444	0,457	0,465

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P4	86,72	a
P3	88,19	b
P2	89,91	c
P1	92,45	d
P0	94,73	e

C. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) Protein Kasar (PK)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata	SD
	1	2	3	4	5			
P0	2,27	2,32	2,31	2,35	2,30	11,55	2,31	0,03
P1	15,87	16,25	15,99	15,76	16,39	80,26	16,05	0,26
P2	20,89	21,67	20,84	21,34	21,28	106,02	21,20	0,34
P3	24,25	23,75	24,64	23,71	24,05	120,39	24,08	0,38
P4	27,16	25,97	27,31	27,28	27,49	135,21	27,04	0,61
Total						453,43	90,69	

$$\begin{aligned}
 \mathbf{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r} \\
 &= \frac{(453,43)^2}{5 \times 5} \\
 &= 8223,89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK} \\
 &= (2,27^2 + 2,32^2 + \dots + 27,49^2) - 8223,891 \\
 &= 1897,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} &= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK} \\
 &= \frac{((11,55^2) + (80,26^2) + \dots + (135,21^2))}{5} - 8223,891 \\
 &= 1894,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Galat}} &= \mathbf{JK}_{\text{T}} - \mathbf{JK}_{\text{P}} \\
 &= 1897,07 - 1894,25 \\
 &= 2,82
 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	1894,25	473,56	3361,69	2,87	4,43
Galat	20	2,82	0,14			
Total	24	1897,07	79,04			

Berbeda Sangat Nyata

Kesimpulan : $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan protein kasar (PK)

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,14}{5}} \\
 &= 0,168
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	4,024	4,197	4,312	4,395
Nilai JNT 1%	0,675	0,704	0,724	0,738

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	2,31	a
P1	16,05	b
P2	21,20	c
P3	24,08	d
P4	27,04	e

D. Analisis statistik rancangan acak lengkap (RAL) Serat Kasar (SK)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata	SD
	1	2	3	4	5			
P0	6,97	7,12	7,61	7,83	7,38	36,91	7,38	0,35
P1	9,00	8,87	8,62	8,07	8,40	42,95	8,59	0,37
P2	15,67	15,57	15,10	14,65	14,73	75,72	15,14	0,47
P3	19,21	19,56	19,25	18,66	19,43	96,10	19,22	0,34
P4	17,75	17,17	16,76	17,46	17,28	86,42	17,28	0,36
Total						338,11	67,62	

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(338,11)^2}{5 \times 5}$$

$$= 4572,63$$

$$JK_{Total} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (6,97^2 + 7,12^2 + \dots + 17,28^2) - 4572,63$$

$$= 559,35$$

$$JK_{Perlakuan} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \frac{((36,91^2) + (42,95^2) + \dots + (86,42^2))}{5} - 4572,63$$

$$= 556,44$$

$$JK_{Galat} = JKT - JKP$$

$$= 559,35 - 556,44$$

$$= 2,91$$

Tabel ANOVA

Sumber Ragam	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	4	556,44	139,11	955,12	2,87	4,43
Error	20	2,91	0,15	Berbeda Sangat Nyata		
Total	24	559,35	23,31			

Kesimpulan : $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ 0,01 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan serat kasar (SK)

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE &= \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,15}{5}} \\
 &= 0,171
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UBJD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	4,024	4,197	4,312	4,395
Nilai JNT 1%	0,687	0,716	0,736	0,750

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P0	7,38	a
P1	8,59	b
P2	15,14	c
P4	17,25	d
P3	19,22	e

